



UNIVERSITY OF
TORONTO LIBRARY

The
Jason A. Hannah
Collection
in the History
of Medical
and Related
Sciences

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
University of Ottawa

ANNALES
DE CHIMIE;

OU
RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS
QUI EN DÉPENDENT.

Le prix est de 3 liv. 12 s. le volume broché.

ANNALES DE CHIMIE;

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS
QUI EN DÉPENDENT.

*Par MM. DE MORVEAU, LAVOISIER,
MONGE, BERTHOLLET, DE FOUR-
CROY, le Baron DE DIETRICH, HAS-
SENFRATZ & ADET.*

TOME TROISIÈME.



A PARIS,

RUE ET HÔTEL SERPENTE.

Et se trouve à LONDRES,

Chez JOSEPH DE BOFFE, Libraire, Gerard-Street,
N°. 7 Soho.

M. DCC. LXXXIX.

Sous le Privilege de l'Académie.

REVUE

DE LA

REVUE

CONSTITUTIONNELLE

DE LA

REVUE

DE LA

REVUE

DE LA

REVUE

DE LA

REVUE

DE LA

REVUE

DE LA

REVUE

DE LA

REVUE

DE LA

REVUE

DE LA

REVUE

DE LA

REVUE

DE LA

REVUE



ANNALES
DE CHIMIE;
OU

RECUEIL DE MÉMOIRES
CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS
QUI EN DÉPENDENT.

EXPOSITION ABRÉGÉE
DE LA THÉORIE
DE LA STRUCTURE DES CRISTAUX;

Par M. l'Abbé HAUY.

UNE des causes principales qui ont fait négliger pendant long-tems l'étude des cristaux, est sans doute l'espèce de confusion qui naît au premier coup-d'œil des continuelles variations de forme que subissent ceux qui appartiennent à une même espèce. La difficulté de

Tome III.

se reconnoître au milieu de toutes ces variations étoit d'autant plus grande , que quelquefois les simples nuances qui modifient les formes ne sembloient pas moins s'opposer à leur rapprochement , que les contrastes même qui ne laissoient appercevoir entr'elles aucun terme sensible de comparaison. Par exemple , parmi les cristaux de carbonate de chaux (spath calcaire) il s'en trouve qui ont la figure d'un rhomboïde , c'est-à-dire , d'un solide , terminé par six rhombes égaux & semblables , & cette figure considérée dans diverses variétés du même spath , a trois mesures d'angles très-différentes. D'autres cristaux de la même espèce , sont des prismes droits qui ont pour bases deux hexagones réguliers ; quelques-uns ont douze faces pentagonales , &c. chacune de ces variétés n'a rien de commun à l'extérieur avec telle autre variété , & semble annoncer une métamorphose complète de la substance dont elle est composée. Ainsi , la considération des formes , ce point de vue si avantageux , lorsqu'il s'agit de zoologie & de botanique , en ce qu'il offre des rapports fixes & constants entre les êtres qu'embrassent ces deux sciences , ne paroît d'abord conduire relativement aux minéraux qu'à des résultats vagues , & peu propres à répandre du jour sur l'étude de ces productions de la nature.

Cependant, lorsqu'on ne se borne plus à l'examen isolé de ces formes qui ne sont que comme autant d'enveloppes, par rapport aux substances minérales, & que l'on pénètre dans le mécanisme même de la structure cachée sous ces enveloppes, on découvre des points communs qui lient ces différentes formes les unes aux autres; on y reconnoît des loix simples & régulières auxquelles l'auteur de la nature a soumis leurs diverses modifications; on parvient enfin à en simplifier l'étude en la généralisant, & en enchaînant tous les résultats particuliers à un premier fait dont ils ne sont que les dépendances. La théorie qui naît de cette manière d'envisager les cristaux ne se réduit pas même à expliquer leurs métamorphoses, elle fournit de plus des caractères sensibles & constants qui peuvent être employés utilement dans un grand nombre de cas pour distinguer un minéral d'avec les autres.

Tel est l'objet vers lequel M. Haüy a dirigé ses recherches. Il a déjà publié une partie de son travail dans un ouvrage qui a pour titre, *Essai d'une théorie sur la structure des cristaux*; mais depuis l'impression de cet ouvrage, il a communiqué à l'académie, dans différens mémoires, une suite de résultats dont les uns présentent de nouvelles explications de sa théorie,

& le autres des vues qui tendent à la généraliser. Nous allons exposer ici la série de ses idées autant qu'il est possible de le faire , sans le secours du calcul & des figures géométriques.

Pour le peu qu'on ait l'habitude de voir des minéraux , on remarque souvent que leurs fractures présentent des faces lisses & brillantes , en sorte qu'on ne peut douter que ces faces n'indiquent les joints naturels des lames qui composent ces minéraux. C'est en suivant ces joints , en les multipliant par des fractures ou des coupes faites en différens sens , que M. l'abbé Haiiy est parvenu aux observations qui servent de base à sa théorie.

Il a trouvé que les cristaux qui appartenoint à une même substance , étoient divisibles à l'aide d'un moyen mécanique , de manière que les sections qui offroient le poli de la nature , avoient toujours une même disposition respective ; & cette disposition est tellement déterminée , que si l'on essaie d'entamer le cristal dans d'autres sens , on ne trouve plus aucun joint , on n'obtient que des fragmens irréguliers , on brise , en un mot , plutôt que de diviser. Or , par une suite nécessaire de cette observation , tous les cristaux d'une même espèce , quelque variées , quelque disparates même que soient leurs formes , peuvent être réduits à l'aide de divisions faites

semblablement sur leurs parties opposées, & dirigées suivant les joints de leurs lames en un solide inscrit dans le cristal auquel il sert comme de noyau, & dont la forme est invariable relativement à l'espèce entière.

Cette constance de la figure du noyau persiste au milieu de tous les mélanges qui peuvent altérer la pureté de la matière cristalline. Ainsi, le grès rhomboïdal de Fontainebleau dont la cristallisation est déterminée par la matière calcaire qui accompagne celle du quartz, a son noyau parfaitement semblable à celui des cristaux homogènes du même spath; & en général dans tous ces cristaux (il en faut dire autant des autres espèces), les angles du noyau, qui est un rhomboïde de la forme du spath d'Islande, ne varient pas de la plus petite quantité qu'il soit possible d'apprécier. Or, ce fait, donné par une observation nette & à l'abri de toute équivoque, suffit à l'auteur pour établir sa théorie, indépendamment de toute circonstance particulière, comme on en jugera par les détails dans lesquels nous entrerons bientôt.

Ainsi, pour nous renfermer toujours dans le même exemple, veut-on parvenir au noyau du spath en prisme hexagonale, il faudra diviser ce spath sur trois arêtes prises alternativement à chaque extrémité du prisme, de manière que

les divisions faites à une extrémité correspondent aux arêtes non divisibles de l'extrémité opposée. Pour retrouver le même noyau dans le spath à sommets très-obtus connus sous le nom de *lenticulaire*, on partira des deux sommets en faisant passer les sections sur les petites diagonales des faces : au contraire, s'il s'agit du spath rhomboïdal à sommets aigus auquel le grès cristallisé est semblable, on dirigera les plans coupans parallèlement aux arêtes contigues aux sommets.

Si l'on prend un cristal d'une autre nature, tel qu'un cube de fluat calcaire (spath fluor), le noyau aura une forme toute différente; ce sera un octaèdre régulier auquel on parviendra en abattant les huit angles solides par autant de sections qui donneront des faces parallèles à celles de l'octaèdre. Dans le sulfure de plomb ou la galène, au contraire, l'octaèdre qui n'est qu'une forme secondaire, donnera un noyau cubique à l'aide des sections faites sur les six angles solides, parallèlement aux arêtes opposées à ces angles.

Ces solides inscrits chacun dans tous les cristaux d'une même espèce, sont regardés avec raison par l'auteur comme les formes primitives de ces espèces. Il avoue que les minéraux ne sont pas toujours susceptibles d'être divisés mé-

chaniquement ; il y en a cependant un beaucoup plus grand nombre qui s'y prêtent qu'il ne l'avoit cru d'abord. Il est parvenu à sous-diviser le cristal de roche, le diamant, la plupart des cristaux gemmes, les pyrites & d'autres substances qui au premier coup-d'œil paroissoient avoir trop de dureté pour permettre de séparer leurs lames composantes. Et quant aux cristaux qui se sont montrés rébelles jusqu'ici aux efforts qu'il a faits pour y trouver des joints naturels, il a remarqué que leur surface ou même le rapport de leurs différentes formes offroit souvent des indices de leur structure, & qu'en raisonnant d'après l'analogie avec d'autres cristaux divisibles, on pouvoit déterminer cette structure, au moins avec une très-grande vraisemblance.

M. l'abbé Haiiy donne le nom de *formes secondaires* à toutes les formes cristallines qui diffèrent de la forme primitive, & dont le nombre déjà considérable, d'après les connoissances que nous avons sur les minéraux, peut s'accroître encore de beaucoup, à en juger par les résultats de la théorie.

Le solide de forme primitive que l'on obtient à l'aide de l'opération que nous avons indiquée, peut être sous-divisé parallèlement à ses différentes faces. Toute la matière enveloppante est pareillement divisible par des

sections parallèles aux faces de la forme primitive. Or, comme toutes ces sections qui ont, comme on l'a dit, le poli de la nature, passent nécessairement entre des faces de molécules intégrantes, il en résulte qu'elles peuvent servir à déterminer, du moins dans un grand nombre de cas, la figure de ces molécules. Car les sections dont il s'agit se faisant toujours dans les mêmes sens, il est clair que les parties qu'elles détachent sont similaires, & ne diffèrent que par leur volume qui va en diminuant à mesure que l'on pousse la division plus loin. Or, cette division a une limite passé laquelle on arriveroit à des particules si petites, qu'on ne pourroit plus les sous-diviser sans les analyser, c'est-à-dire, sans détruire la nature de la substance. L'auteur arrête la théorie à cette limite, & considère les corpuscules que celle-ci donneroit, si nos instrumens & nos organes étoient assez délicats pour nous permettre d'y atteindre, comme les molécules intégrantes de la substance, c'est-à-dire, *les plus petites parties d'un corps qui soient de la même nature que le tout.*

Lorsque le noyau est un parallépipède, c'est-à-dire, un solide qui a six faces parallèles, deux à deux, comme le cube, le rhomboïde, &c. & que ce solide n'admet point d'autres divisions que celles qui se font dans le sens

de ses faces, il est clair que les molécules qui résultent de la sous-division, tant du noyau que de la matière enveloppante, sont semblables à ce noyau. Dans les autres cas, la forme des molécules diffère de celle du noyau. Nous considérerons d'abord le premier cas comme étant le plus simple & le plus ordinaire.

La forme primitive & celle des molécules intégrantes étant déterminées d'après la dissection des cristaux, il falloit chercher les loix suivant lesquelles ces molécules étoient combinées pour produire autour de la forme primitive ces espèces d'enveloppes terminées si régulièrement, & d'où résultoient des polyèdres géométriques si différens entr'eux dans la même espèce de cristallisation.

Ce qu'il y a de plus important dans le travail de l'auteur, & ce qui fait l'essence de sa théorie, consiste dans la détermination de ces loix & de la mesure précise des actions qu'elles exercent. Or, tel est le mécanisme de la structure soumise à ces loix, que toutes les parties du cristal secondaire surajoutées au noyau sont formées de lames qui décroissent régulièrement par des soustractions d'une ou de plusieurs rangées de molécules intégrantes, en sorte que la théorie détermine le nombre de ces rangées, & par une suite nécessaire, la forme exacte du cristal secondaire.

Pour donner une idée de ces décroissmens, l'auteur choisit d'abord un exemple très-élémentaire autant par la simplicité de la forme des molécules que par celle de la marche qui en résulte pour la cristallisation. Que l'on se représente un cube composé d'une multitude de petits cubes, & dont chaque face porte une pyramide quadrangulaire appliquée par sa base sur cette même face. Concevons de plus ces pyramides comme formées de lames quarrées décroissantes, empilées les unes sur les autres, depuis la base jusqu'au sommet. Imaginons enfin que ces lames soient elles-mêmes des assemblages de petits cubes égaux à ceux qui composent le noyau, & que de plus elles soient disposées en retraite, de manière que chacune ait vers ses quatre bords une rangée de cubes de moins que celle qui est placée immédiatement au-dessous. Il est aisé de voir que dans ce cas les faces des pyramides ne seront pas des plans continus, mais formeront des angles alternativement rentrans & saillans, à peu près comme ceux que forment les degrés d'un escalier; & si l'on suppose que les cubes composans soient d'une extrême ténuité, ces espèces de cannelures pourront devenir nulles pour nos sens, en sorte que les faces des pyramides paroîtront lisses & polies : ces pyramides étant

au nombre de six, donneront vingt-quatre triangles pour la surface du polyèdre circonscrit au cube. Mais l'auteur fait voir que dans le cas où les lames décroissent comme ici par une seule rangée sur leur contour, les faces adjacentes dans les pyramides voisines se trouvent de niveau deux à deux, en sorte que les vingt-quatre triangles se réduisent à douze rhombes égaux & semblables qui composent la surface du polyèdre secondaire. Voilà donc un dodécaèdre à plans rhombes qui auroit pour noyau un cube, & qui seroit dans sa totalité un assemblage de petits cubes disposés entr'eux d'après une loi de décroissement très-simple & très-régulière. Ce dodécaèdre que l'auteur ne propose que comme exemple, seroit semblable à celui du grenat par sa forme extérieure. Mais ce dernier, ainsi que nous le verrons, a une structure toute différente, qui est une de celles qui marquent le plus dans la théorie.

Si l'on suppose que les lames décroissent par deux rangées au lieu d'une seule, alors les pyramides produites autour du cube central étant plus surbaissées, & leurs faces adjacentes ne pouvant plus se trouver deux à deux sur le même plan, la surface du solide secondaire sera composée de vingt-quatre triangles isocèles, tous inclinés entr'eux.

Il peut arriver que les lames appliquées sur le noyau cubique décroissent par une seule rangée vers deux de leurs bords parallèles entr'eux, & par deux rangées vers les deux autres bords. Alors la marche des décroissemens étant plus rapide dans un sens que dans l'autre, les parties surajoutées au noyau ne se termineront plus en pointe, mais en arête; & l'auteur prouve que dans ce cas le polyèdre secondaire aura douze faces pentagonales. Cette structure est celle du sulfure de fer (la pyrite martiale) dodécaèdre, & de la mine de cobalt arsenicale de la même forme. Aussi les cristaux de l'une & de l'autre, sur-tout ceux de la dernière, se divisent-ils très-nettement par des coupes parallèles aux faces d'un cube, & faites dans le sens indiqué par la loi des décroissemens (a).

Mais les décroissemens qui se font sur les bords des lames composantes ne suffisent pas pour rendre raison de toutes les formes secondaires que présente la cristallisation. L'observation prouve qu'il se fait aussi des décroissemens dans des directions parallèles aux diagonales. Imaginons une lame quarrée composée d'une,

(a) Mémoires de l'académie des sciences, année 1785, page 213 & suivantes.

multitude de petits cubes égaux entr'eux. De même que l'on peut considérer des rangées ou des files de cubes parallèles aux côtés, on pourra aussi en concevoir qui seront parallèles aux diagonales; toute la différence consiste en ce que dans les premières rangées les cubes s'appliquent exactement les uns contre les autres par leurs faces latérales, au lieu que dans les secondes, ils se touchent seulement par leurs arêtes latérales; en sorte que chaque côté de la rangée forme une surface continument anguleuse qui présente l'aspect d'une dentelure. Or, si l'on suppose que les lames appliquées sur un noyau cubique décroissent par une seule rangée dans des directions parallèles aux diagonales, M. l'abbé Haiiy fait voir que dans ce cas le solide secondaire devient un octaèdre régulier dont les faces sont tellement situées, que leurs centres se confondent avec les angles solides du noyau qui sont ici les points de départ relativement aux décroissemens. Cette structure a lieu dans le sulfure de fer octaèdre & dans le sulfure de plomb de même figure. La loi de décroissement dont il s'agit ici, combinée avec celle d'où résulte le sulfure de fer ou la pyrite à douze faces pentagonales dont nous avons parlé plus haut, change cette pyrite en un polyèdre à vingt faces triangulaires, dont

douze isocèles & huit équilatérales , comme le prouvent à la fois la théorie & l'observation (a).

C'est aux loix de décroiffemens qui viennent d'être exposées & à d'autres semblables que tiennent toutes les variations de forme que subissent les cristaux d'une même substance. Tantôt les décroiffemens se font parallèlement aux bords & suivant une même loi , sur toutes les parties du noyau , comme dans le premier exemple cité ; tantôt il n'y a de décroiffemens que sur certains bords semblablement situés , comme dans le carbonate de chaux (spath calcaire) à douze faces triangulaires , scalènes (b) ; tantôt le passage de la forme primitive à la forme secondaire se fait par des décroiffemens parallèles aux diagonales , ou seulement à l'une d'entr'elles ; tantôt enfin les décroiffemens parallèles aux bords se combinent avec ceux qui sont parallèles aux diagonales , comme dans le sulfure de fer icosaèdre dont nous avons parlé , dans plusieurs variétés du feld-spath (c), du schorl (d), &c.

(a) Mémoires de l'académie des sciences , année 1785.

(b) Essai d'une théorie , &c. page 100.

(c) Mémoires de l'académie , année 1784.

(d) *Ibid.* année 1787.

Si le nombre des rangées soustraites étoit très-variable , la multitude des formes possibles dans chaque espèce seroit immense , & auroit de quoi effrayer l'imagination ; mais ce nombre paroît être très-limité. Presque toujours les soustractions se font par une ou deux rangées de molécules, rarement par trois ou par quatre ; on n'en a point encore observé qui aillent au-delà , & cependant malgré ce cercle étroit , on trouve en se bornant aux décroissemens les plus ordinaires, c'est-à-dire , à ceux qui ont lieu par une ou deux rangées , que le spath-calcaire , par exemple , est susceptible de 1019 formes différentes (a) ; nombre qui l'emporte plus de vingt-cinq fois sur celui des formes connues.

Cette théorie est prouvée non-seulement par l'accord de ses résultats avec ceux que donne l'observation des différens angles, plans ou solides des cristaux , & par la division mécanique de ceux-ci qui se fait toujours dans le sens qu'indique le calcul , mais encore par les stries qui sillonnent les faces des formes secondaires , lorsque leur cristallisation ne s'est point opérée avec toute la précision & tout le fini dont elle est susceptible. On saisit aisément la raison de

(a) Essai d'une théorie , &c. page 216.

ces stries, d'après ce que nous avons dit de la disposition des lames en retraite les unes au-dessus des autres. Les directions des mêmes stries peuvent aider aussi à déterminer la structure des cristaux qui se refusent à la division mécanique.

Dans tout ce qui précède, l'auteur n'a en vue que d'exposer les loix de la structure, & il est bien éloigné de penser que la formation des cristaux s'opère dans le même ordre, c'est-à-dire, par exemple, qu'un octaèdre de sulfure de plomb ou galène ait commencé par être un cube d'un volume proportionné à celui de cet octaèdre, & qui se feroit accru par des additions de lames successives, en passant par tous les degrés compris entre le cube & l'octaèdre ; il pense au contraire que cet octaèdre de tel volume sensible qu'on le suppose, a commencé par être un octaèdre imperceptible composé du moindre nombre de molécules possible, qui avoit déjà pour noyau un cube élémentaire, & qu'ensuite l'octaèdre s'est accru parallèlement à ses différentes faces par des additions de nouvelles molécules cubiques, en même-tems que le cube central s'accroissoit aussi, en sorte que la structure du cristal restoit la même. L'auteur a développé cette idée dans le dernier article de son essai.

Le rhomboïde étant de toutes les formes
primitives

primitives la plus féconde en applications, M. l'abbé Haüy a exposé dans un de ses mémoires (a) la théorie des cristaux de cette forme en la généralisant à l'aide d'un petit nombre de formules analytiques dont il fait sortir les divers résultats auxquels s'étend cette théorie. Il détermine ainsi successivement les cas où le rhomboïde primitif peut être changé en un autre rhomboïde ou plus obtus, ou plus aigu, selon la loi des décroissemens, ceux où le cristal secondaire devient un dodécaèdre, ceux où il a des faces soit perpendiculaires, soit parallèles à l'axe, &c. L'auteur fait en même-tems l'application des résultats de la théorie aux différentes cristallisations qui les réalisent.

Cette théorie fait voir de plus que deux cristaux composés des mêmes molécules peuvent avoir la même forme avec deux structures différentes, en vertu de deux modifications de la loi des décroissemens; & ce qui est encore plus singulier, qu'une forme entièrement semblable à celle du noyau, peut aussi être produite par une loi simple de décroissemens. Enfin, il suit des principes de la théorie, que tous les rhomboïdes primitifs connus jusqu'ici, comme

(a) Mémoires de l'académie, année 1788.

ceux du spath calcaire , du cristal de roche , du schorl , du spath adamantin , &c. ont leurs diagonales dans un tel rapport , qu'il seroit absolument possible que le cube fût une de leurs formes secondaires. Mais les décroissemens nécessaires pour produire cette forme s'écartent tellement des loix ordinaires , que ces sortes de cas doivent être extrêmement rares si toutefois ils existent dans la nature.

Nous avons dit que la forme des molécules intégrantes pouvoit différer de celle du noyau ; c'est ce qui arrive , par exemple , dans le grenat & le schorl , où le rhomboïde auquel on parvient par une première division du cristal , peut être sous-divisé par trois nouvelles coupes faites sur les petites diagonales des faces opposées , d'où résultent six tétraèdres dont l'assortiment compose le rhomboïde , & qui représentent les molécules intégrantes.

M. l'abbé Haüy n'a trouvé jusqu'ici que six formes primitives ou six noyaux différens que l'on obtient par des sections faites semblablement sur les angles solides ou les arêtes des cristaux secondaires. Ces formes , dont plusieurs varient par la mesure de leurs angles , suivant les espèces de minéraux , sont le parallépipède , le dodécaèdre à plans rhombes , l'octaèdre , le tétraèdre , le dodécaèdre à plans trian-

gulaires isocèles , & le prisme droit hexagonal. L'auteur observe à ce sujet que la forme primitive n'est qu'une espèce de donnée prise dans la théorie , quoique toujours d'après l'indication de la nature , & très-commode pour la solution des problèmes , en ce qu'elle présente comme une base commune sur laquelle s'élèvent les constructions des diverses formes secondaires relatives à une même espèce de molécule intégrante. Quant aux formes de ces dernières molécules qui s'obtiennent par la sous-division du noyau & de la matière enveloppante , M. l'abbé Haüy trouve qu'elles se réduisent à trois qui sont d'une simplicité remarquable , savoir , le parallépipède , c'est-à-dire , le plus simple des solides qui ont leurs faces parallèles , deux à deux , le tétraèdre ou la plus simple des pyramides , & le prisme triangulaire , ou le plus simple de tous les prismes.

Il arrive quelquefois que les sections faites parallèlement aux faces du noyau donnent des parties de deux formes différentes ; par exemple , si l'on essaie de diviser un noyau octaèdre de fluat calcaire (spath fluor) parallèlement à ses huit faces , en faisant passer pour plus de simplicité les plans coupans par le milieu des arêtes , on obtiendra six octaèdres partiels dont les sommets supérieurs se confondent avec

les six angles solides de l'octaèdre total, & huit tétraèdres interposés qui ont un de leurs angles solides situé au centre de l'octaèdre total, & dans lesquels la face opposée a cet angle fait partie d'une des faces du même octaèdre. Si l'on sous-divise ensuite de la même manière les octaèdres & les tétraèdres par des coupes parallèles à leurs différentes faces, on trouvera pour chaque octaèdre six nouveaux octaèdres, plus huit tétraèdres, & pour chaque tétraèdre, quatre nouveaux tétraèdres & un octaèdre sans qu'il soit possible de réduire les solides composans à l'unité de forme, c'est-à-dire, de n'avoir plus que des octaèdres ou des tétraèdres. Mais il faut observer que dans ces sortes de cas les deux formes sont tellement assorties entr'elles, que si vous supprimez par la pensée l'une des deux, tous les solides de l'autre forme se trouveront réunis soit par leurs bords, soit par certaines portions de leurs faces; de manière que leur assemblage aura la continuité nécessaire pour former un tout qui ait de la consistance; seulement ils laisseront entre leurs parties non adhérentes de petits vuides tous semblables entr'eux, & qui auront la figure des solides supprimés. Or, les molécules d'un cristal étant nécessairement similaires, il paroît de toute vraisemblance que les cristaux qui pré-

sentent l'observation dont on vient de parler, ont leur structure comme criblée d'une multitude de vacuoles (a), en sorte que s'il nous étoit donné de pousser la division mécanique de ces cristaux jusqu'à la dernière limite, l'une des deux espèces de solides qui résultent des coupes parallèles aux faces du noyau s'évanouiroit, & tout le cristal se trouveroit composé uniquement de molécules qui auroient l'autre forme.

La difficulté étoit de déterminer entre ces deux formes celle qu'emploie réellement la nature; & l'auteur croyoit d'abord, lorsqu'il n'avoit encore qu'un nombre peu considérable d'observations, que ces sortes de questions étoient de celles qu'il falloit laisser indécises faute des données nécessaires pour les résoudre, même avec un certain degré de probabilité. Mais ayant depuis étendu ses recherches sur presque tout le règne minéral, il s'aperçut que l'une des deux formes qui résultoient des divisions mixtes dont on a parlé étoit toujours le tétraèdre; quant à l'autre forme, c'étoit tantôt l'octaèdre & tantôt une autre forme plus com-

(a) Ces vacuoles ne supposent qu'un défaut de matière propre, & l'auteur ne les regarde pas comme absolus.

posée que le tétraèdre, & quelquefois même très irrégulière. D'ailleurs, en sous-divisant tous les autres cristaux qui ne donnoient que des solides semblables, il trouvoit que la forme de ces solides étoit toujours ou le parallépipède, ou le prisme triangulaire, ou même encore le tétraèdre; il vit donc qu'en donnant la préférence au tétraèdre dans les cas douteux, il réduisoit toutes les formes de molécules intégrantes aux trois formes dont chacune est, comme nous l'avons dit, la plus simple dans son genre, & il lui parut que c'étoit une raison suffisante de penser que les formes cristallines élémentaires étoient limitées par les cas renfermés dans cette réduction.

La théorie de M. l'abbé Haüy reçoit un nouveau degré de généralité & de simplicité par le mémoire qu'il a lu en dernier lieu à l'académie. Jusqu'alors il lui avoit semblé qu'il seroit obligé d'établir autant de théories particulières qu'il y avoit d'espèces de noyaux, pour considérer les résultats des décroissmens relativement à chaque espèce, & en même-tems à la forme de la molécule intégrante; mais en y regardant de plus près, il a trouvé que les solutions des problèmes relatifs à une forme quelconque pouvoient toujours être ramenées à la considération du parallépipède, & cela d'après une condition

commune à tous ces problèmes. Elle consiste en ce que les décroissemens se font toujours ou réellement, ou équivalement, par des sommes de parallélipipèdes; car, ou bien les molécules d'une forme différente de celle de ce solide sont réunies de manière qu'en les prenant par petits groupes comme de six, elles composent des parallélipipèdes complets dans lesquels il n'y a aucun vuide; ce qui a lieu, par exemple, dans le grenat & dans le schorl; ou si les molécules s'appliquent les unes contre les autres de manière à laisser entr'elles des interstices, comme dans le fluete calcaire, le cristal de roche, &c. l'ensemble de ces interstices & des portions solides représente toujours une somme de parallélipipèdes; d'où il suit que les lames de superposition qui produisent le cristal secondaire étant elles-mêmes des assemblages de molécules assorties, comme celles qui composent la forme primitive, les décroissemens équivalent à ceux qui ont lieu pour les cristaux dont les molécules sont de véritables parallélipipèdes.

L'auteur applique successivement cette vue aux différentes espèces de formes primitives. Nous nous bornerons à un seul exemple tiré du fluete calcaire. Dans cette espèce de minéral, les octaèdres & les tétraèdres que l'on extrait du noyau par les coupes que nous avons indi-

quées sont tellement arrangés, qu'il y a toujours deux tétraèdres appliqués par une de leurs faces sur deux faces opposées de chaque octaèdre ; or, l'assemblage de ces trois solides forme un rhomboïde aigu dont le grand angle est de 120 degrés ; il suit de là qu'on peut considérer l'octaèdre total comme composé d'une multitude de petits rhomboïdes semblables à celui dont nous venons de parler. On peut même extraire d'un cube de spath fluor un noyau rhomboïdal de cette forme, en ne le divisant que sur six de ses angles solides, & en laissant intacts les deux autres qui doivent être choisis de manière qu'ils soient diamétralement opposés. Or, M. l'abbé Haiiy fait voir qu'en supposant par rapport à ce noyau rhomboïdal des décroissemens par des soustractions simples & régulières de petits rhomboïdes de même figure, on parvient à des polyèdres secondaires semblables par leur forme & par leur structure à ceux qui sont originaires de l'octaèdre, comme le cube, le dodécaèdre à plans rhombes qui fait ici la fonction de forme secondaire, & que l'auteur a reconnu parmi de petits cristaux de fluat calcaire, &c. La structure de ces divers polyèdres étant ainsi ramenée à un ensemble de rhomboïdes, on considérera que chacun de ces rhomboïdes est divisible en

un octaèdre & deux tétraèdres ; & en admettant d'après les raisons que nous avons exposées les seuls tétraèdres pour les molécules intégrantes entre lesquelles sont disséminés des vuides de figures octaèdres , on concevra que ces molécules sont tellement assorties , que leur somme , plus celle des vacuoles interposés , représente une somme de rhomboïdes.

On a pu voir dans ce qui précède , que différentes formes de molécules pouvoient produire des cristaux absolument semblables entre eux par leur forme extérieure. Cette conformité apparente dans des résultats qui se trouvent cependant être très-distingués les uns des autres lorsqu'on pénètre dans le mécanisme intime de la structure , peut servir à expliquer en partie pourquoi on voit souvent des substances de nature très-différente s'offrir sous la même forme. Nous disons *en partie* , car il est prouvé qu'il y a aussi des substances de divers genres dont les molécules intégrantes sont semblables. Tels sont , entr'autres , le sulfure de plomb (la galène) , le sulfure de fer (la pyrite martiale) , & le muriate de soude (le sel gemme) , dont les molécules ont la forme cubique , & d'une autre part , le grenat & le sulfure de zinc ou la blende , dont les molécules sont des tétraèdres. Au fond cette identité dans des genres différens de criste-

iaux n'a rien qui ne soit dans l'analogie des autres résultats de la cristallisation ; car il n'est pas plus singulier de voir des molécules élémentaires différentes produire par leurs divers assortimens la même forme de molécules intégrantes , que de voir des molécules intégrantes de diverses figures produire par des combinaisons variées des cristaux de la même forme , comme cela s'observe assez fréquemment. La nature d'une substance n'est pas déterminée précisément par la forme de sa molécule intégrante , mais par l'espèce de ses molécules élémentaires. Cependant il est très-remarquable que les formes de molécules intégrantes qui se sont trouvées jusqu'ici être communes à des cristaux de différens genres , sont limitées aux formes parfaitement régulières , comme le cube , l'octaèdre & le tétraèdre réguliers de la géométrie , & à celles qui se rapprochent de ces dernières par la symétrie de leur configuration , comme le tétraèdre du grenat qui a pour faces des triangles isocèles égaux & semblables entr'eux , & qui produit un dodécaèdre dont toutes les faces sont des rhombes pareillement égaux & semblables. Ces formes doivent être regardées comme autant de limites auxquelles la nature parvient par différentes voies sans jamais passer , si ce n'est peut-être très-rarement , par les

intermédiaires dans des genres différens de minéraux.

La structure formant comme un point fixe qui persiste sans altération au milieu de cette grande diversité de formes dont une même substance minérale est susceptible, l'auteur pense qu'elle est susceptible d'être employée dans un grand nombre de circonstances comme caractère pour aider à distinguer les minéraux. On peut regarder l'opération qui consiste à déterminer cette structure comme une espèce d'analyse qui est proprement du ressort de la minéralogie, & qui, sans mener aussi loin que l'analyse chimique, ne laisse pas d'offrir des avantages marqués relativement à l'objet dont nous parlons, soit par la netteté du résultat, soit par la facilité de l'obtenir avec un peu d'exercice. Il ne s'agit pas seulement ici des corps qui affectent des formes régulières & bien prononcées, mais de plusieurs même d'entre ceux qui ne présentent à l'œil que des masses confuses ou indéterminées, & dans lesquels la position des joints est néanmoins encore sensible toutes les fois que les molécules ont eu la liberté de s'arranger symétriquement à l'intérieur, quoique cet arrangement soit masqué par une enveloppe qui semble n'annoncer que la confusion & le désordre.

Ainsi, pour nous borner à un seul exemple, une fracture faite à une pierre qui d'ailleurs est évidemment beaucoup trop tendre pour étinceler par le choc du briquet, a mis à découvert un angle solide formé de trois faces brillantes, dont une est perpendiculaire sur la seconde & oblique sur la troisième, on en conclura que cette seconde pierre ne peut être qu'un sulfate barytique ou un spath pesant.

Les minéraux cristallisés ou qui portent au moins des indices de forme régulière, comme lorsqu'on peut reconnoître la position de leur axe, se prêtent encore plus facilement à l'observation du caractère qui se tire de leur structure; car assez souvent il suffit de combiner la direction d'un seul joint avec celle de l'axe, pour être en état de prononcer, d'après ce caractère, sur l'espèce d'un minéral.

La théorie de M. l'abbé Haüy demanderoit un plus ample développement pour être bien faite. Nous nous sommes efforcés sur-tout de rendre l'esprit de cette théorie, & de faire sentir ce qu'elle gagne à être resserrée dans des limites étroites, soit par la marche peu rapide des décroissémens, soit par la simplicité & le petit nombre des formes élémentaires, soit enfin par les rapports qui lient toutes les autres formes à une seule, & qui ont ainsi procuré à

l'auteur l'avantage de généraliser les résultats d'une des opérations les plus variées & les plus fécondes de la nature.

ESSAI SUR UN SEL

TIRÉ DU JUS DE CERISE;

*Traduit du Suédois (a) de M. H I E L M ,
par le Traducteur des mémoires de chimie
de Schéele.*

IL me restoit depuis quelque tems $\frac{3}{16}$ lots (45 grains) d'un sel inconnu dont je desirois connoître les parties constituantes. Ce sel paroissoit un peu rougeâtre ; il avoit encore une saveur acidule , il étoit d'une figure indéterminée , & sembloit tirer au parallépipède ; il se dissolvoit facilement dans l'eau , & la couleur rouge s'en séparoit complètement par la filtration.

Je donnerai d'abord à cette occasion la manière dont on obtient ce sel. La cerise brune

(a) Mémoires de l'académie royale des sciences de Stockholm , année 1788 , premier trimestre , page 28.

(*prunus cerasus*. Linn.) est broyée avec les noyaux dans un mortier de pierre ou de bois ; on en filtre le jus à travers une grosse toile , & on le laisse fermenter pendant quatre jours. On passe de nouveau la liqueur à l'entonnoir , & on ajoute le tiers de son poids de sucre fin rapé : ce mélange est mis sur un feu doux & remué continuellement. Quand la liqueur est réduite au tiers , on la jette dans un vaisseau de terre cuite , & on la laisse fermenter une seconde fois dans un endroit chaud ; après quoi on ajoute une poignée de raisins d'Espagne. La fermentation étant achevée , on verse la liqueur dans des bouteilles que l'on a rincées avec de l'eau-de-vie de France. C'est dans de semblables vaisseaux goudronnés , qui étoient seulement remplis jusqu'au col , qu'on a trouvé une ou plusieurs années après le sel dont il s'agit au fond & sur les parois.

Les cristaux qui se formèrent bientôt dans la dissolution purifiée dont il a été fait mention , & dont il s'étoit évaporé à peu près $\frac{1}{16}$ lot (15 grains) , étoient plus grands , & présentotent des quarrés moins oblongs qui quelquefois paroissoient des deux côtés , à la vue simple , comme des tables ; ils étoient transparens , de couleur blanche , non déliquesçens à l'air , ni sensiblement effloresçens : on y decouvroit au goût

quelque chose de nauséabond amer, accompagné d'une acidité piquante. Ces cristaux réagissoient d'une manière marquée, comme acide; ils noircissoient d'abord, exposés à la flamme du chalumeau sur le charbon; se boursouffloient ensuite, mais sans décrépiter; ils brûloient avec une grande flamme, & ne laissoient enfin qu'une terre fine, blanche, abondante & infusible. Cette terre devenoit très-phosphorique au feu du chalumeau; elle ne produisoit pas une chaleur sensible avec l'eau (ce qui n'étoit pas aisé de déterminer à cause de sa petite quantité & de la difficulté d'atteindre le vrai point de calcination). Cette terre ne se dissolvoit pas non plus en quantité sensible dans l'eau; mais elle étoit attaquée par l'acide nitrique, & après quelque tems avec effervescence, sans cependant donner des cristaux; & l'acide sulfurique occasionna dans la liqueur un précipité blanc qui se comporta comme le sulfate de chaux.

On voit déjà, par ce premier essai, une des parties constituantes de ce sel mise à nud, & qui est de la chaux pure. Les expériences suivantes le feront encore mieux voir; mais il restoit encore à découvrir quelle étoit la substance qui lui servoit de dissolvant, & cette recherche m'a paru d'autant plus intéressante, que l'on sait que la chaux donne ordinairement

avec tous les acides connus des sels ou pulvérulens & difficilement solubles , ou déliquesceus & incristallisables.

Expérience I.

Si dans la dissolution de ce sel purifié on verse goutte à goutte de l'acide sulfurique jusqu'à ce qu'il n'occasionne plus de précipité , la liqueur filtrée est un acide piquant ; il reste sur le filtre du sulfate de chaux , nouvelle preuve que la base de ce sel est de la chaux. Lorsqu'on fait évaporer la liqueur , il se dépose encore un peu de sulfate de chaux dans le refroidissement , ce qui arrive même après que l'on a répété plusieurs fois l'opération , ainsi qu'on le verra dans la suite ; soit que l'acide sulfurique ne soit pas capable de précipiter toute la chaux , ou que l'on en ait ajouté une trop grande quantité , ou bien que l'acide du sel de jus de cerise devenu libre contribue à tenir le sulfate de chaux en dissolution.

Expérience II.

L'acide oxalique (du sucre) précipita également la chaux de la dissolution du sel de jus de cerise. J'étois d'avance bien convaincu que
ce

n'étoit pas l'acide oxalique qui servoit ici de dissolvant à la chaux ; mais il résultoit delà indubitablement que cette terre existoit dans le sel de jus de cerise, ainsi que je l'avois reconnu au chalumeau & dans d'autres expériences, & qu'il ne tenoit pas une quantité sensible ni d'une autre terre, ni d'un alkali, ni d'aucune substance métallique. Comme je n'avois qu'une petite provision de ce sel, je ne pouffai pas plus loin cet essai pour ne pas le souiller d'un acide étranger.

Expérience III.

Quoique l'acide obtenu par la première expérience, lequel étoit clair & sans couleur, pût être soupçonné avec raison tenir encore quelque peu d'acide sulfurique, j'entrepris de le soumettre à un procédé qui me paroissoit devoir mettre bientôt ses propriétés à découvert, & manifester sa ressemblance avec quelque autre acide. La manière dont ce sel s'étoit comporté jusques-là, me portoit à penser que l'acide dont il est question pouvoit avoir quelque rapport à celui que M. le conseiller des mines Crell a fait connoître sous le nom d'*acide sébacique* (acide du suif), & qui dissout l'or, si ce n'étoit pas absolument le même.

Mais je me suis convaincu , par des essais répétés de plusieurs manières , que l'acide obtenu du sel de jus de cerise ne dissolvoit pas un atôme d'or ni par la digestion , ni à la chaleur de l'ébullition ; la couleur même n'en fut pas changée ; d'où il résulloit que cet acide étoit différent de l'acide sébacique.

Expérience IV.

La limaille de fer fine fut attaquée à une douce chaleur par cet acide , & quelques jours après il s'y forma une masse blanche ressemblant à des grappes globuleuses qui paroissoient un assemblage de fines aiguilles , & tout fut redissous promptement par l'addition d'une plus grande quantité d'eau. Je pris ces cristaux bien plutôt pour du sulfate de chaux que pour le produit de l'union du fer & de l'acide essayé , quoique la description que M. Crell a donnée de la manière de se comporter de l'acide sébacique avec le fer se rapproche assez de ce que l'on vient de voir.

Une partie de cette dissolution ainsi étendue , fut précipitée par la potasse ; le précipité étoit blanc , & le devint encore par l'ébullition. Ce précipité fut dissous presque entièrement par l'acide nitrique , d'où il fut de nouveau précipité

en sulfate de chaux par l'acide sulfurique. Au feu du chalumeau, il devint d'abord rouge, ensuite noir à une plus forte chaleur, & fut attirable à l'aimant, ce qui annonçoit qu'il y avoit eu un peu de fer dissous; mais en même-tems il se forma encore une masse blanche dans cet acide.

Pour acquérir une connoissance plus parfaite de ses propriétés, je le fis bouillir sur du fer qui fut dissous avec effervescence; la dissolution avoit une saveur astringente; mais elle réagissoit encore comme acide; par l'évaporation sur la flamme d'une bougie, il se cristallisa un sel blanc qui noircit lorsqu'il fut exposé au feu du chalumeau sur le charbon (qui tenoit conséquemment l'acide du sel de cerise); il devint ensuite rougeâtre, il prit, à une plus forte chaleur, une belle couleur de brique obscure; enfin il se fondit en une scorie noire attirable à l'aimant.

La potasse ajoutée dans le reste de la dissolution, y occasionna un précipité d'un verd pâle mêlé d'un peu de blanc. Cette couleur verte parut se conserver plus long-tems qu'elle ne le fait ordinairement avec le fer; mais la chaleur la fit bientôt disparaître, & il ne resta que la couleur rouge que le fer présente communément. De cette manière il n'y avoit encore rien

de certain sur la nature de l'acide qui étoit uni à la chaux dans le sel de jus de cerise, d'autant plus que la liqueur ainsi précipitée donna, par l'ébullition, un sel qui, fondu avec la poussière de charbon, avoit une odeur sensible de sulfure, & démontroit conséquemment la présence d'un peu d'acide sulfurique.

Expérience V.

Pour essayer s'il ne seroit pas possible d'obtenir cet acide pur & concentré par la distillation, je mis 15 grains ($\frac{1}{16}$ lot) de sel de jus de cerise sec dans une cornue tubulée de médiocre grandeur, & je versai dessus environ moitié d'acide sulfurique blanc & concentré; cet acide acquit peu à peu une couleur brune, mais il n'attaqua pas sensiblement le sel avant qu'il fût chaud.

Il ne passa rien tant qu'il n'y eut qu'une chaleur douce, la cornue fut placée en conséquence sur des cendres chaudes; le mélange devint de plus en plus noir, & commença à se gonfler; alors il tomba une fumée grise & léchante dans le récipient qui avoit été adapté dès le commencement à la cornue. Je recueillis ces vapeurs dans quelques gouttes d'eau qui avoient passé en même-tems; mais il n'y eut pas moyen

de les laisser augmenter , parce que le mélange étoit prêt de s'élever dans le récipient , ce qui obligea de retirer la cornue de dessus le feu. Après que l'on y eut ajouté un peu d'eau , on continua l'expérience jusqu'à ce qu'il parût s'élever de l'acide sulfurique une fumée plus claire & plus pesante.

A l'ouverture des vaisseaux , on sentit une odeur ressemblant à celle de l'huile de vin mêlée d'un peu d'acide sulfureux ; la cornue étoit intérieurement couverte de suie qui , après avoir été brûlée , devint blanche , & laissa du sulfate de chaux : la liqueur du récipient étoit claire , elle avoit un goût acide , mais foible. Je la fis évaporer dans un vaisseau de verre après y avoir ajouté de la chaux ; de cette dissolution , j'obtins un sel qui cristallisa facilement , qui se dissolvoit facilement dans l'eau , mais qui , au feu du chalumeau , se comportoit , pour la plus grande partie , comme du sulfate de chaux. L'évaporation des dernières gouttes donna une masse saline qui , au feu du chalumeau , devint noire comme le sel de jus de cerise. Ainsi , dans cette expérience , l'acide fut altéré & détruit presque en totalité ; ce qui prouve encore qu'il est différent de l'acide sébacique.

Expérience VI.

On a vu que dans l'expérience II l'acide oxalique avoit séparé quelque partie du sel de jus de cerise ; j'y versai goutte à goutte de la dissolution de potasse jusqu'à ce qu'il y en eût par excès , & qu'il ne se précipitât plus de chaux ; cette liqueur donna par l'évaporation des cristaux très-petits, durs sous les dents , & qui décrépitoient au feu. Ces cristaux se fondirent sur le charbon en une masse noire qui se boursouffloit , qui s'absorboit dans le charbon , qui laissoit enfin une petite tache provenant sans doute d'un peu de chaux qui y étoit encore ; je ne remarquai pas qu'il s'y forma de sulfure. Les cristaux , vus à un très-bon microscope anglois , paroissoient la plupart confus ; quelques-uns cependant présentoient distinctement des prismes à quatre côtés , terminés obliquement à un de leurs bouts , & tronqués net de l'autre. Parmi un grand nombre d'irréguliers , on en remarquoit un seul allongé hexagone , dont les côtés se terminoient en pointe , absolument comme le sel que donne l'acide sébacique saturé de chaux. Ce cristal décrépita tellement sur le charbon , qu'il me fut impossible d'examiner si la base étoit calcaire ou alkaline. Dans

le premier cas , la figure pourroit faire juger que cet acide est celui du suif ; dans le dernier , il en résulteroit seulement que cet acide donne , avec la potasse , la même cristallisation que l'acide sébacique avec la chaux. D'ailleurs , comme il est certain que l'alkali , tel qu'il se trouve communément , n'est pas toujours en état de précipiter toute la chaux , mais seulement pour la plus grande partie , celui qui tient de l'acide carbonique , le précipité l'opère aussi par double affinité ; car si l'alkali est caustique , il est inefficace pour précipiter la chaux : celle-ci ayant plus d'affinité que la potasse pure avec l'acide sébacique , avec plusieurs acides végétaux , & probablement avec l'acide de jus de cerise , ce dont on aura plus bas un exemple. En attendant , on peut conclure delà que si l'acide dont il s'agit n'est pas celui du suif , ce que quelques-unes des expériences précédentes ne permettent pas d'affirmer , il se rapproche du moins beaucoup de cette espèce. Je me suis déjà suffisamment expliqué sur ce sujet.

Expérience VII.

En précipitant à diverses reprises la dissolution par la potasse , j'avois obtenu un sel neutre qui contenoit l'acide à examiner. Ayant réuni

toutes ces liqueurs , je les fis cristalliser , & j'essayai de distiller sans addition ; il passa avec l'eau de cristallisation une matière huileuse qui la colora en jaune ; il s'éleva seulement quelques gouttes qui avoient le caractère acide , & ne laissèrent après l'évaporation qu'un peu de matière grasse qui , vers la fin , rendoit l'eau visqueuse & tenace : avant cela , j'avois tenté , mais sans succès , d'y dissoudre de l'or. Le sel ayant été mis dans la cornue , noircit dès le commencement , & il s'en éleva en même-tems une fumée légère ou vapeur qui se déposa sur les parois du récipient. A un plus haut degré de chaleur , & près de l'incandescence , ce sel devint blanc & se comporta comme de l'alkali pur. A l'ouverture des vaisseaux , il en sortit une odeur âpre & piquante , presque semblable à celle que donne la distillation du suif ; mais les vaisseaux ayant été réunis , puis ouverts le lendemain , l'odeur se trouva approcher beaucoup plus de celle que répand l'acide du tartre quand on prépare des flux ; ainsi , dans la plupart de ces circonstances , on remarque encore quelque ressemblance de cet acide avec l'acide du suif.

N'ayant pu réussir à me procurer l'acide pur par les procédés ci-devant décrits , je me déterminai à employer d'une autre manière la

petite quantité qui me restoit de ce sel de jus de cerise , pour connoître plus parfaitement les propriétés de son acide.

Expérience VIII.

Je précipitai une dissolution de sel de jus de cerise purifié avec de la soude pure jusqu'à ce qu'il y en eût par excès ; il s'en sépara sur le champ de la chaux en grande quantité , & le tout fut jetté sur le filtre. La liqueur qui passa claire fut évaporée à plusieurs reprises , mais ne donna que difficilement des cristaux. A la fin , j'en obtins quelques-uns ; ensuite toute la dissolution devint presque sèche ou épaisse comme du miel , & paroissoit attirer l'humidité de l'air. Ces cristaux , vus au microscope , étoient ronds , terminés en pointes , d'une épaisseur médiocre , & à demi-transparens , ou comme recouverts de givre. Ils noircirent au feu du chalumeau , & s'absorbèrent dans le charbon sans décrépiter. Je ne connois que l'acide formique & l'acide lactique qui se comportent de cette manière avec la soude.

Expérience IX.

Une autre portion de la dissolution de sel de jus de cerise purifié fut précipitée par le

carbonate ammoniacal (alkali volatil aéré) qui en sépara de même de la chaux. L'ammoniaque se trouvant en excès, fut reprise par l'addition de la même dissolution; mais le nouveau sel neutre ne voulut pas se cristalliser avant que toute la masse ne fût devenue d'une consistance syrupeuse & presque entièrement sèche; alors on y vit quelques cristallisations en forme de végétations disposées en rayons; lorsque cette masse eut été desséchée sur le feu dans une capsule de verre, elle attira l'humidité de l'air. Si on distille le jus de cerise nouvellement pressé & sans addition d'aucune autre matière, le flegme de cette distillation se comporte de la même manière. Le sel obtenu par l'ammoniaque noircit sur le charbon & se volatilisa en laissant une tache blanche causée par un peu de chaux qu'il avoit retenu; c'est ce qui n'a pas lieu avec la soude saturée de cet acide. Cependant la manière dont il se comporte avec l'ammoniaque montre encore des propriétés qui ressemblent à celles de l'acide formique & de l'acide lactique.

Expérience X.

Lorsqu'on verse de l'ammoniaque pure dans la dissolution de sel de jus de cerise, il n'y a

point de précipité, quoique cet alkali soit en excès; mais la plus petite goutte de carbonate ammoniacal occasionne sur le champ une coagulation. Cet acide se rapporte en cela à plusieurs autres acides végétaux dont il a été fait mention précédemment, en particulier à l'acide sébacique, & jusqu'à un certain point, à l'acide formique sur lequel M. le professeur Afzelius a publié à Upsal, en 1777, un traité complet.

La petite quantité de sel de jus de cerise que j'ai pu me procurer ne m'a pas permis d'entreprendre par cette voie un plus grand nombre d'expériences. Celles que j'ai rapportées sont cependant suffisantes pour fonder les conséquences que j'en ai tirées, savoir, qu'une des parties constituantes de ce sel est la chaux, & l'autre un acide qui, dans certains cas, ressemble à l'acide sébacique; qui, dans d'autres, s'approche de l'acide formique & de l'acide lactique, qui s'éloigne de tous dans quelques circonstances, & qui, pour cette raison, soit qu'il se montre beaucoup plus foible ou qu'il annonce des propriétés communes à d'autres acides connus, peut être considéré comme un acide propre & particulier jusqu'à ce que la chose soit plus complètement éclaircie. Quoique je ne sois pas disposé à admettre les nouveautés comme nouveautés, & que je veuille encore

moins défendre la division des sels, uniquement & seulement eu égard à la forme des cristaux, quoique d'ailleurs je n'ignore pas que l'on commence déjà à être fatigué de la quantité d'acides qui ont été annoncés dans ces derniers tems, & qu'on semble même appréhender d'en voir de nouveaux, sur-tout dans le règne végétal, je ne pouvois cependant m'écarter des principes de la philosophie naturelle, suivant lesquels les phénomènes & les corps naturels doivent être représentés tels qu'ils sont réellement, tels qu'ils se trouvent constamment, & non pas comme on desire qu'ils soient ou que l'on veut se persuader qu'ils doivent être.

Si l'on parvenoit à décomposer les autres acides minéraux, & à y découvrir la même partie constituante que celle qui, unie au phlogistique (a), produit l'acide muriatique, on seroit en droit de ne plus faire aucune diffé-

(a) Etant démontré par les expériences de M. Berthollet, & même accordé aujourd'hui, que l'acide muriatique que l'illustre Bergmann avoit nommé *déphlogistique*, reçoit au contraire ses propriétés essentielles d'un excès d'air vital, l'analogie qui les faisoit attribuer à la perte d'une portion de son phlogistique reste sans fondement.

rence entr'eux , tandis qu'on ne pourroit pas plus qu'auparavant se passer de tous ces acides tels qu'ils sont & qu'ils ont été dans tous les tems. Il me semble que ce doit être la même chose pour les acides du règne végétal , quoiqu'il soit vrai que la plupart de ces acides , sinon tous , peuvent être convertis en acide oxalique , & ensuite en vinaigre , suivant qu'il a été nouvellement découvert. D'après ce principe , toutes les productions de la nature méritent d'être connues , & il n'y a rien de surabondant , & tout ce que nous pouvons exécuter ; au contraire , toutes les études , tous les efforts devroient être dirigés vers de semblables essais , à supposer que nos connoissances sur les corps , & en particulier sur les acides végétaux , peuvent être portées à un certain point de simplicité & de vérité. C'est plutôt dans cette vue que pour indiquer réellement la nature de cet acide , que j'ai osé publier ces essais , qui serviront d'éclaircissemens pour des recherches ultérieures avec de plus grandes quantités , afin d'arriver plus près du but.

On pourroit dire que ce sel vient aussi bien du raisin qui y a été ajouté , ou de l'alcool , que du jus de cerise ; mais si cela étoit , en opérant de même on devroit en tirer les mêmes produits. En attribuant le sel au sucre mêlé au

jus de cerise, soit qu'il ait immédiatement laissé son acide à la chaux, soit qu'il ait été altéré par la fermentation, je dis qu'il faut supposer deux choses, dont l'une est absurde & tout-à-fait contraire à ce que nous connoissons du sucre & des propriétés de son acide; l'autre très-incertaine, & qui, si elle se vérifioit, rendroit ce sel encore plus digne d'attention. On sait, à la vérité, que la cerise contient elle-même du sucre ainsi que de la chaux & de l'alkali. M. Hermstadt, dans les essais qu'il a publiés il y a deux ans, y a principalement trouvé l'acide oxalique ou acide du sucre; mais tout cela n'empêche pas qu'il ne puisse aussi contenir le sel que j'ai décrit.

R A P P O R T

*Fait à l'Académie Royale des Sciences le 10
juin 1789, par MM. BERTHOLLET
& DE DIETRICH.*

L'ACADÉMIE nous a chargés de lui rendre compte d'un mémoire qui lui a été envoyé par l'académie de Montpellier, & qui a pour titre, *Observations sur la manière de former de l'alun par la combinaison directe de ses principes cons-*

situans, par M. Chaptal. Comme ce mémoire est très-intéressant pour les arts, nous avons cru devoir rappeler la plus grande partie des détails qu'il contient.

L'alun résulte de la combinaison de l'acide sulfurique avec l'alumine ou argile pure ; c'est un sulfate d'alumine. Cette combinaison se fait ou par la nature, ou par l'art ; dans le premier cas, elle est presque toujours le produit de la décomposition du schiste pyriteux ; dans le second, elle se forme par la combinaison directe de l'acide sulfurique avec l'alumine.

L'étendue de l'usage de l'alun en fait une des substances les plus précieuses dans les arts ; mais les bonnes mines d'alun sont rares, & la France tire de l'étranger la plus grande partie de celui qui s'y emploie. Il étoit donc intéressant de former l'alun par la combinaison directe assez économiquement pour pouvoir concourir avec les fabriques où on ne fait que l'extraire des terres qui le contiennent ; mais les procédés connus jusqu'à présent, tel que celui de Javelle, qui a été décrit avec exactitude par M. Sage, ont toujours paru à M. Chaptal dans un grand nombre d'épreuves variées trop dispendieux & trop pénibles pour pouvoir être pratiqués avec avantage dans sa province, & c'est ce qui l'a engagé à rechercher des moyens

plus économiques & plus simples dont nous allons donner la description.

L'acide sulfurique est le principe qui fait la plus grande partie du prix de l'alun ; mais cet acide n'est que le mélange de l'eau & de la vapeur qui est produite par la combustion du nitre & du soufre. Si on exposoit les terres préparées à l'atmosphère de cette vapeur , l'effet devroit être d'autant plus considérable , que l'acide , à l'état de vapeur , est beaucoup plus énergique que lorsqu'il est en état liquide. Ces idées ont conduit M. Chaptal à diverses expériences. Des argilles de différentes espèces , préparées de plusieurs manières & présentées sous toutes les formes , ont été exposées à la vapeur sulfurique dans l'intérieur des chambres de plomb. Ces expériences ont donné à M. Chaptal des résultats satisfaisans ; mais des chambres de plomb exposoient à trop de dépense pour leur donner l'étendue nécessaire à un établissement en grand , & le plomb a une trop grande pesanteur. M. Chaptal imagina donc d'y substituer des chambres en bois enduites d'un mastic.

Après douze à quinze mois de tentatives , M. Chaptal parvint à trouver une composition propre à former un mastic tel qu'il le desiroit , le seul défaut qu'il lui ait reconnu , c'est d'être

un peu trop fusible ; mais cet inconvénient disparoit en brûlant au-dehors de la chambre & en maîtrisant la combustion , de manière que la chaleur de l'intérieur ne s'élève pas au-dessus du quarante-cinquième degré du thermomètre de Réaumur. Ce massic est composé de parties égales de poix-résine , de térébenthine & de cire ; on fait fondre ces trois substances dans un chaudron où on a laissé dissiper toute l'huile volatile qui fait monter la matière , & on l'applique toute bouillante avec un pinceau.

L'atelier que M. Chaptal s'est décidé à construire , d'après ses premières tentatives , est en activité depuis deux ans. « La chambre dans
» laquelle on brûle le mélange de salpêtre &
» de soufre a 84 pieds de long , 44 de large
» & 29 dans sa plus grande élévation ; les murs
» des côtés sont en maçonnerie ordinaire , &
» sont revêtus intérieurement d'une couche assez épaisse de plâtre blanc ; le sol est un
» pavé de briques noyé dans un mortier formé
» par le mélange de l'argile calcinée & de
» l'argile crue. Le premier pavé est encore
» recouvert d'un second pour couper & couvrir les joints que forment les briques du
» premier , & les briques de ce second pavé sont
» appliquées & noyées dans une couche du
» massic qu'on emploie chaud en guise de mor-

» tier. Le toit de cette chambre est en bois ;
» mais les poutres sont très-rapprochées ; elles
» offrent dans leur milieu & dans le sens de
» leur longueur des rainures dans lesquelles
» s'enchaînent les planches qui remplissent l'intervalle entre les poutres , de façon que cette immense charpente ne présente pas un seul clou.

» Cette chambre ainsi disposée , a été enduite avec le mortier , & on a appliqué trois ou quatre couches dans l'intention d'effacer tous les petits trous que laisse la première couche , & de donner le plus beau poli à la surface. On a eu la précaution encore d'appliquer le mortier de la première couche le plus chaud possible , afin d'en imprégner le bois , le plâtre & les briques ; avec ces soins le mortier pénètre dans le tissu même de ces substances , & ne fait qu'un seul & même corps avec elles. Cette opération est si délicate , elle est si essentielle , & les conséquences en sont si terribles , qu'il ne faut pas s'en reposer sur une main purement mercenaire : huit mois du travail le plus assidu ont à peine suffi pour terminer cet ouvrage.

» M. Chaptal avoit d'abord appliqué le vernis sur la surface intérieure du toit , craignant que l'impression du froid & du chaud , &

» l'alternative de l'humidité & de la sécheresse
» ne fissent travailler la charpente, & dans ce
» cas, il auroit pu en juger & y porter remède.
» Trois ou quatre mois après, il vit se former
» des crevasses & des fentes qui l'allarmèrent;
» il se décida à enlever les tuiles du toit ap-
» pliquées immédiatement sur la charpente de
» sa chambre & à passer une couche de vernis
» sur toute la surface extérieure des planches;
» par ce moyen, il mit les planches & tout le
» couvert entre deux couches de vernis, il
» enleva au bois sa propriété hygrométrique,
» répara la surface inférieure, & le toit existe
» depuis deux ans & trois mois dans un état
» d'intégrité & de perfection qui est vraiment
» étonnant.

» Ce mastic a un tel avantage sur le plomb,
» par rapport au but économique, que l'intérieur
» de cette chambre immense appropriée à ses
» usages n'a coûté que six à sept mille livres,
» tandis qu'il est facile de calculer qu'il fau-
» droit pour 80 à 90 mille livres de plomb
» pour en revêtir toutes les surfaces ».

M. Chaptal recommande de choisir des ar-
giles blanches & pures, parce que celles qui
sont colorées & qui contiennent du fer, ou
celles qui sont marneuses & qui sont mêlées
de terre calcaire, donnent avec l'alun des sul-

fates de fer & de chaux qui nuisent à la cristallisation de l'alun, & qu'il est difficile de séparer ; il faut préalablement faire subir à cette argile une calcination modérée & égale. Pour cela on la réduit en pâte avec de l'eau ; & on forme avec cette pâte des boules de cinq à six pouces de diamètre dont on remplit le fourneau, & à travers lesquelles la flamme & la fumée trouvent une issue. On peut se représenter le fourneau comme une portion de cylindre, terminée par deux voûtes, l'une à sa base, l'autre à son sommet ; les voûtes sont percées de plusieurs trous pour disperser la flamme d'une manière égale dans toute la capacité. D'abord les boules noircissent ; mais cette couleur disparoît dès que la masse est fortement échauffée, & alors on arrête le feu. C'est par un procédé semblable que l'auteur calcine les argiles ferrugineuses pour en former des pouzzolanes qui remplacent avec avantage celles qu'on retiroit à grands frais d'Italie.

Les boules extraites du fourneau sont pilées ou simplement concassées, & c'est dans cet état que M. Chaptal les expose à la vapeur de l'acide sulfurique dans la chambre dont on a parlé ; on en forme une couche sur le sol, & au bout de quelques jours on observe que les fragmens calcinés commencent à se gercer

& à s'ouvrir; ces crevasses laissent bientôt apercevoir des feuilletés d'alun pur, quelquefois même des cristaux formés par la réunion de plusieurs lames apposées les unes sur les autres.

Lorsque la terre est parfaitement effleurie, & que tout son tissu présente de l'alun bien caractérisé, on la retire de la chambre & on l'expose sous un hangard bien aéré & très-découvert, pour qu'elle se pénétre plus intimement de l'acide & pour faire disparaître par-là celui qui prédomine; après cela on lessive cette terre, on évapore la lessive dans des chaudières de plomb, & on la met à cristalliser selon l'usage généralement reçu.

Dans toutes les fabriques on est dans l'usage d'employer des alkalis pour saturer l'excès d'acide que présentent presque toujours les lessives. Bergman avoit annoncé qu'il suffisoit de faire bouillir de l'argile dans ces lessives pour en saturer l'excès d'acide; mais M. Chaptal s'est convaincu que le moyen indiqué par ce grand chimiste ne remplissoit point son objet. L'alun lui-même dissout un excès d'argile & le laisse précipiter sur la fin de l'évaporation; on n'obtient alors qu'un précipité grenu qui ne présente aucune apparence de cristaux, ou si l'on parvient à faire cristalliser l'alun sans addition d'alkali, les cristaux n'ont point la même dureté

ni la même pesanteur qu'ils ont ordinairement.

Nous ne devons pas seulement considérer l'ouvrage de M. Chaptal dont nous venons de rendre compte, comme une production intéressante pour les sciences par les faits nouveaux qu'il présente; mais nous avons encore à louer le désintéressement du citoyen qui ne craint pas d'exposer les avantages d'une grande entreprise pour remplir la vocation de savant par laquelle il doit se vouer à répandre des lumières utiles.

Les arts ont déjà plusieurs obligations à M. Chaptal; mais la nouvelle fabrication dont il donne la description peut devenir un objet très-important par le grand usage qu'on fait de l'alun, qu'on est obligé de tirer, pour la plus grande partie, de l'étranger; nous pensons donc que le mémoire de M. Chaptal est très-digne d'être imprimé dans le recueil de l'académie de 1788.

Signé, BERTHOLLET & le Baron DE DIETRICH.



EXTRAIT DES EXPÉRIENCES SUR LES VÉGÉTAUX,

Spécialement sur la Propriété qu'ils possèdent à un haut degré, soit d'améliorer l'air quand ils sont au soleil, soit de le corrompre la nuit, ou lorsqu'ils sont à l'ombre ; auquel on a joint une méthode nouvelle de juger du degré de salubrité de l'atmosphère ;

Par M. JEAN INGEN-HOUSZ, Conseiller aulique de Sa Majesté l'Empereur-Roi, Membre de la Société Royale de Londres, de la Société Philosophique américaine de Philadelphie, &c. tome second. A Paris, chez Théophile Barrois le jeune, Libraire, quai des Augustins, n°. 18.

Par M. HASSENFRATZ.

M. INGEN-HOUSZ avoit prouvé dans plusieurs ouvrages, par un grand nombre d'expériences qui ont été rapportées par tous les

physiciens qui s'occupent de la végétation , que les plantes laissoient dégager du gaz oxigène à la lumière , & du gaz acide carbonique à l'obscurité. Quelques-unes des premières expériences n'ayant d'abord été faites qu'en couvrant les plantes d'eau , plusieurs physiciens crurent devoir contester cette production naturelle , & ne l'attribuer qu'à un cas tout-à-fait particulier qui dépendoit de la situation de la plante. D'autres physiciens , à la tête desquels étoit M. Sennebier , nioient absolument le dégagement du gaz acide carbonique des plantes , en expliquant la manière dont le gaz oxigène dans lequel on mettoit les plantes passoit à l'état de gaz acide carbonique par une altération de la plante. M. Ingen-Houfz , suivant toujours avec le même zèle & la même ardeur ses belles expériences sur la végétation , crut devoir détruire ces deux assertions , & c'est de quoi il s'est le plus particulièrement occupé dans le second volume d'expériences sur les végétaux qu'il vient de donner au public.

M. Ingen-Houfz s'est d'abord assuré que les graines ne germent que lorsqu'elles sont imbibées d'eau & en contact avec de l'air vital ; que pendant ce développement une grande partie de cet air passe à l'état de gaz acide carbonique ; tout autre gaz , hydrogène , azote ou

acide carbonique, empêche entièrement le développement s'ils ne sont pas mélangés d'air vital. Il a même observé que les gaz hydrogène & azote, soit séparément, soit mélangés, détruisent absolument le principe de la germination, & qu'en général le pouvoir destructif du premier étoit plus fort que celui du second.

Les plantes ainsi que les graines ont besoin pour vivre & croître de la présence du gaz oxygène ; elles meurent dans tout autre gaz, si la présence de la lumière ne leur fait point dégager assez d'air vital pour détruire l'effet pernicieux des airs dans lesquels elles sont. Le gaz hydrogène est parmi tous les autres celui dont les propriétés délétères s'affoiblissent le plus difficilement, parce qu'à mesure que la lumière agit sur la plante, elle ne produit d'autre effet que de diminuer le volume de l'air, soit que ce gaz forme de l'eau avec l'oxygène qui se dégage, soit qu'il se combine en entier dans la plante & qu'il empêche ainsi le dégagement du gaz oxygène. Mais un phénomène remarquable, c'est que quand on a mêlé un peu de gaz hydrogène avec de l'air commun ou de l'air vital dans lequel la plante vit, ce mélange rend dans certaine circonstance la verdure des plantes qu'on y enferme, plus foncée.

Pour démontrer le dégagement constant de

l'air vital des plantes par la présence de la lumière, M. Ingen-Houfz enferma des plantes en pleine végétation dans différens airs dont il avoit essayé par le gaz nitreux le degré d'oxigénation. Il reconnut que l'oxigénation de l'air augmentoit constamment, & que cette augmentation dépendoit, 1°. du volume de la plante comparé à celui de l'air dans lequel elle étoit enfermée; 2°. de la propriété qu'avoit cette plante de produire plus ou moins d'oxigène; 3°. de l'intensité de la lumière par rapport à la plante, ainsi que de la durée de l'action de cette même lumière. Il prétend même que la quantité d'oxigène rendu par les plantes dans l'air est plus grande que celle qu'elles auroient rendue sous l'eau dans le même tems.

Il paroît, d'après les expériences de ce physicien, que l'intensité de la lumière a beaucoup d'influence sur la production de l'air vital de la plupart des plantes; que, de même qu'il ne se dégage pas d'oxigène à une foible lumière, de même une trop forte empêche toute espèce de dégagement. C'est à cette dernière circonstance que M. Ingen-Houfz attribue le peu de succès que ses expériences ont eu en Italie.

Le grand nombre d'expériences que M. Ingen-Houfz avoit faites pour prouver que les

plantes enfermées avec de l'air ou commun ou vital faisoient passer ces airs à l'état de gaz acide carbonique, étoit tel que l'on ne pouvoit point en contester le résultat ; seulement on prétendoit que ces plantes *méphitissoient* l'air parce qu'elles se décomposoient, soit en tout, soit en partie. Pour répondre à cette objection, ce savant mit un très-grand nombre de plantes à l'obscurité, soit dans leurs pots, soit en plongeant ou ne plongeant pas dans l'eau leurs racines fraîchement coupées. Il essaya différentes plantes aquatiques & des plantes de différens climats, toutes lui donnèrent le même résultat. Enfin, il observa que de deux tiges de plante, l'une cueillie depuis quelque tems & déjà flétrie, l'autre bien saine & fraîchement coupée, enfermées toutes deux à l'obscurité sous deux cloches différentes qui contenoient la même proportion d'air par rapport au volume de la plante, la plante fraîche & vive gâta plus l'air, fit passer une plus grande quantité d'oxigène à l'état d'acide carbonique, que celle qui étoit flétrie. Il observa de plus que toutes les fleurs en général, même au soleil, ne produisoient que du gaz acide carbonique.

Mais comment ce gaz oxigène passe-t-il à l'état de gaz acide carbonique ? Il y a deux manières de l'expliquer ; 1°. en supposant que

le carbone se dissolvé en gaz à l'obscurité, se combine avec l'oxigène pendant son dégagement, & forme du gaz acide carbonique ; 2°. en supposant que la plante aspire du gaz oxigène, le combine dans son intérieur avec le carbone en forme de gaz acide carbonique qu'elle rend ensuite. Cette dernière explication établiroit plus d'analogie sur la formation du gaz acide carbonique dans les végétaux & les animaux que la première, aussi est-ce celle que M. Ingen-Houfz a adoptée. Il fonde cette explication sur plusieurs expériences qu'il a faites, par lesquelles il s'est assuré qu'il se faisoit un changement continuél dans l'air contenu dans l'intérieur des plantes.

Pour prouver ce changement, il prend, entre autres plantes, des joncs qui contiennent beaucoup d'air intérieur, il en met un paquet sous une cloche qui contient un gaz, soit oxigène, soit hydrogène, &c. il tire au bout d'un quart-d'heure un de ces joncs, le comprime sous l'eau, recueille ainsi l'air qu'il contient qui se trouve être le même que celui dans lequel il étoit plongé ; il distribue ensuite ces joncs sous des cloches qui contiennent d'autres gaz acide carbonique, azote, hydrogène, oxigène, air atmosphérique, & au bout d'un quart-d'heure, quel que soit le gaz dans lequel le jonc ait été

plongé précédemment, il se trouve rempli de celui dans lequel il est.

Une autre analogie découverte par ce savant relativement à la *méphitisation* de l'air par les individus des deux règnes, c'est que les plantes font passer à l'état d'acide carbonique dans les mêmes circonstances, une bien plus grande quantité de gaz oxygène que d'air commun, & qu'elles vivent plus long-tems dans le premier que dans le second de ces airs.

M. Ingen-Houfz dit encore que non-seulement les airs commun & vital passent à l'état de gaz acide carbonique, mais encore que les gaz hydrogène & azote subissent le même changement.

Dans la section où ce savant s'occupe de l'analogie entre l'économie des animaux & des plantes, il avance que, de même que les animaux ont besoin de sommeil pour réparer la perte qu'ils ont faite pendant le jour de l'emploi de leur force, de même les plantes ont besoin d'obscurité pour réparer l'épuisement que leur a occasionné le dégagement d'oxygène à la lumière.

M. Ingen-Houfz s'occupe encore dans cet ouvrage de plusieurs autres questions. Ses observations sur la grande quantité d'oxygène rendue par les feuilles des plantes sous l'eau qui

ne contient point de gaz acide carbonique , le conduisent à conclure la décomposition de l'eau & à regarder l'oxigène dégagé comme le résultat de cette décomposition.

Il examine les propriétés qu'acquiert l'eau chargée d'une petite quantité d'acide carbonique , & d'une infiniment plus petite quantité des acides muriatique , nitrique & sulfurique pour faire produire du gaz oxigène aux plantes.

Il termine son ouvrage par la description des expériences qu'il a faites pour vérifier l'influence sur la végétation , de l'électricité & du gaz acide carbonique employés séparément. Ses expériences lui ont appris que l'électricité ne produisoit aucun effet , & qu'il lui paroissoit fort difficile jusqu'à présent de déterminer celui de l'acide carbonique sur lequel il n'ose cependant pas prononcer.



CONSIDÉRATIONS
SUR LES EXPÉRIENCES
DE M. PRIESTLEY,

*Relatives à la Composition de l'eau, &
sur un Article du nouveau Dictionnaire
de Chimie de M. KEIR ;*

Par M. BERTHOLLET.

M. PRIESTLEY a fait un grand nombre d'expériences qui ont paru tantôt favorables, tantôt contraires à la théorie de ceux qui regardent l'eau comme un composé d'hydrogène & d'oxygène ; mais l'année dernière il en a publié quelques-unes par lesquelles il prétend détruire cette théorie. M. Keir partage non-seulement l'opinion de M. Priestley, mais c'est lui qui l'y a conduit. Il m'a fait l'honneur de m'envoyer l'article *acide nitrique*, d'un dictionnaire de chimie qu'il fait imprimer ; c'est dans cet article qu'il discute & combat les idées de quelques chimistes françois sur la nature de l'eau, de l'azote & de l'acide nitrique. Il m'a

paru qu'il ne seroit pas inutile de présenter un précis des principales observations sur lesquelles on a établi une grande révolution en physique, de rappeler les différentes idées & observations de M. Priestley sur cet objet, & de mettre, pour ainsi dire, en opposition les vérités nouvelles & les difficultés auxquelles le nom de MM. Priestley & Keir doit donner de l'importance.

Les chimistes qui se sont occupés de la composition & de la décomposition de l'eau, n'ont pas tous envisagé cet objet sous le même point de vue. M. Cavendish a examiné quels étoient les produits qui résultoient de la combinaison de l'air vital & du gaz hydrogène, & de celle de l'air vital & du gaz azote; il a fait voir que le premier produit étoit de l'eau, & le second de l'acide nitrique.

Il a observé que lorsqu'on faisoit détonner le gaz hydrogène avec l'air vital, il se formoit ordinairement une petite quantité d'acide nitreux; que cette quantité d'acide nitreux étoit variable, qu'elle dépendoit de deux circonstances :

1°. Des proportions de gaz hydrogène qu'on employoit; de manière que si le résidu contenoit encore une certaine quantité d'air vital surabondant, la quantité d'acide nitreux qui s'étoit

s'étoit formée étoit plus grande, & que s'il ne restoit presque plus d'air vital, il ne se formoit point du tout d'acide nitreux.

2°. De la proportion du gaz azote qui se trouve mêlé avec l'air vital; de sorte qu'en ajoutant à l'air vital du quart au cinquième de son volume de gaz azote, il a eu une plus grande quantité d'acide que lorsqu'il a fait usage de l'air vital sans cette addition.

M. Keir (page 117) fait à M. Cavendish, sur ces derniers résultats, une objection qui ne me paroît pas fondée, & qui exige qu'on entre dans quelques détails.

Dans deux premières expériences, M. Cavendish a eu plus d'acide nitreux lorsque la pureté du résidu a été à celle de l'air commun comme 196 : à 100, que lorsqu'elle a été comme 186 : à 100; & dans deux autres il a eu plus d'acide nitreux lorsqu'après avoir mêlé du gaz azote, la pureté du résidu a été à celle de l'air commun comme 78 : à 100, que lorsque le résidu du mélange où le gaz azote n'avoit pas été mêlé s'est trouvé comme 90 à 100. En toute rigueur, ces expériences pourroient seulement prouver que la seconde circonstance est plus favorable que la première; mais elles ne prouvent pas même cela, ainsi qu'il est facile de le voir par l'explication très-juste que

M. Cavendish donne de ce phénomène ; il l'attribue à ce que l'air vital a plus d'affinité avec le gaz hidrogène qu'avec le gaz azote, de manière qu'il faut qu'il s'en trouve une surabondance à ce qui est nécessaire à la première combinaison pour que la seconde ait lieu : or , lorsqu'on a ajouté à l'air vital, du gaz azote, le mélange est moins pur dans les expériences eudiométriques, quoiqu'il contienne autant d'air vital. M. Cavendish a employé dans les deux expériences comparatives la même quantité d'air vital & la même quantité de gaz hydrogène ; il a donc eu dans ces deux expériences la même quantité d'air vital surabondant. Si donc il s'est trouvé une différence dans les deux produits d'acide, elle n'a pu venir que d'une autre circonstance, c'est-à-dire, de l'addition du gaz azote.

M. Cavendish a employé dans deux expériences comparatives 13700 parties d'air vital & 25900 de gaz hydrogène ; il auroit fallu à peu près 27400 parties de ce dernier gaz pour achever la combinaison de l'air vital, si l'air vital eut été très-pur ; il y auroit donc eu encore près de 1500 parties d'air vital dans le résidu des deux expériences.

M. Cavendish a observé que l'air atmosphérique contient ordinairement un peu d'acide carbonique, qu'on peut en séparer par l'eau de

chaux ; mais il remarque qu'il n'est pas facile de priver tout l'air d'acide carbonique par l'eau de chaux , & il rapporte à cette occasion une expérience qui prouve qu'une petite quantité d'eau de chaux ne suffit pas pour une quantité considérable d'air. L'eau de chaux ne peut pas , selon M. Lefevre de Gineau (Journal de Physique, décembre 1788) , dépouiller l'air vital de tout l'acide carbonique qu'il peut contenir ; il prétend même qu'il peut en conserver plus d'un quarantième de son poids , & qu'on ne peut l'en priver que par le lait de chaux. Comme il n'a pas donné les détails de ses expériences , l'on pourroit soupçonner qu'il n'a pas fait attention à l'observation de M. Cavendish ; & qu'agissant sur des grands volumes d'air , il aura pu employer de trop petites quantités d'eau de chaux.

L'air commun lavé avec l'eau de chaux n'a point donné d'acide carbonique en détonnant avec le gaz hydrogène ; mais l'air vital a toujours fait avec l'eau de chaux un petit nuage , & M. Cavendish remarque que tous les oxides métalliques préparés à l'air contiennent un peu d'acide carbonique. M. Keir oppose à cette observation que la chaux qui est préparée à l'air ne contient pas d'acide carbonique ; mais l'on fait que l'acide carbonique ne peut se combiner avec la chaux que par l'intermède de l'eau : il

paroît que les oxides métalliques n'ont pas besoin de cet intermède.

Je dois à M. Welter, sur l'usage de l'eau de chaux, une observation qui peut être utile lorsqu'on veut reconnoître de petites quantités d'acide carbonique. L'eau de chaux a la propriété de dissoudre un peu de carbonate de chaux, comme on peut s'en assurer en soufflant dedans avec un chalumeau ; l'air expiré produit un nuage qui se redissout en entier jusqu'à ce que l'eau de chaux soit saturée du carbonate qu'on a formé. Si donc l'on veut reconnoître des petites quantités d'acide carbonique par l'eau de chaux, il faut agiter dedans du carbonate de chaux en poudre avant de la filtrer, afin qu'elle en soit saturée.

Je n'ai extrait des excellens mémoires de M. Cavendish que les observations que l'on doit se rappeler pour les discussions qui suivront.

Les chimistes françois ont suivi une route différente dans leurs expériences sur l'eau ; ils ont cherché à établir la composition de l'eau sur les preuves les plus rigoureuses ; les expériences ont été faites sur des quantités considérables. Les substances employées, les produits, les résidus ont été examinés & pesés ; après s'être convaincus de la composition de l'eau, ils ont

opéré sa décomposition avec les mêmes soins, & ils ont étendu l'application de ces grandes découvertes sur presque tous les phénomènes de la chimie. Je vais présenter les résultats de leurs principales expériences ; mais je me bornerai à celles qui ont la composition de l'eau pour objet.

M. Monge (mémoires de l'académie 1783) a employé 3 onc. 6 gros 27 gr. de gaz.

Il a obtenu 3 2 45 gr. d'eau.

Son résidu pesoit . 0 2 28

Il lui a manqué 1 gros 26 grains, & il rend raison des causes qui ont dû produire ce déficit.

Le résidu contenoit à peu près 9 grains d'acide carbonique, 5 grains de gaz hydrogène, 130 d'air vital, & 28 de gaz azote ; l'eau rougissoit à peine la teinture de tournesol, & n'avoit aucune saveur qui la distinguât de l'eau distillée récente, ainsi que j'ai eu occasion de l'observer moi-même : elle ne pouvoit contenir qu'une quantité d'acide inappréciable.

M. Monge a obtenu, dans une autre expérience faite sur des quantités égales, des résultats semblables, excepté que l'eau étoit plus décidément acide.

MM. Lavoisier & Meusnier qui avoient fait des expériences préliminaires par lesquelles ils

s'étoient convaincus de la composition de l'eau, en firent une dont je vais présenter les résultats en présence de vingt commissaires nommés par l'académie, & de plusieurs autres savans. Tous les détails furent vérifiés & certifiés dans un registre; ces détails ne sont pas encore publiés, parce que les devoirs de M. Meusnier l'ont tenu éloigné de Paris jusqu'à présent; mais je tire les résultats suivans du Journal polytype du 27 Février 1786, où ils ont été insérés d'après le registre de M. Lavoisier.

Le gaz oxigène qui a servi à l'expérience pesoit 5 onces 5 gros 12 grains; il a déposé 35 grains d'eau dans de l'alkali très-sec à travers lequel il passoit dans un tube étroit pour parvenir au globe où se faisoit la combustion.

Le gaz hydrogène pesoit 6 gros 30 grains; il a déposé dans l'alkali sec 44 grains d'humidité; c'est donc 5 onces 4 gros 49 grains d'air vital, & 5 gros 58 grains de gaz hydrogène.

Le résidu a pesé 6 gros 24 grains. En défalquant ce résidu de la totalité des gaz, on a 5 onces 4 gros 11 grains; l'eau produite a pesé 5 onces 4 gros 51 grains, ce qui feroit un excès de 40 grains; & selon le Journal polytype, l'excès n'est que de 30 grains, différence qui vient de quelqu'erreur dans les nombres qu'on a copiés: l'on attribue ce petit excès à la chaleur

qui a dû être communiquée au gaz dont on a déterminé la pesanteur spécifique, & qui a dû abaisser cette pesanteur au-dessous de la réalité, & l'on annonce que l'on donnera une évaluation rigoureuse de la cause qui l'a produit.

L'eau formée dans cette expérience étoit acide, & contenoit par once 5 grains d'acide, abstraction faite de toute eau.

L'on s'étoit assuré par des expériences eudiométriques que l'air vital employé contenoit un douzième de son volume de gaz azote. L'on voit donc que la plus grande partie de ce résidu étoit due au gaz azote préexistant. Il devoit contenir outre cela de l'air vital qui, étant mêlé à une trop grande quantité de gaz azote, ne peut plus soutenir la combustion.

MM. Lavoisier & Meusnier concluent de cette expérience, que 100 parties d'eau sont composées de 85 parties d'oxygène en poids, & de 15 parties d'hydrogène; & cette conclusion est encore appuyée sur les expériences par lesquelles l'eau a été décomposée.

M. Lefevre (Journ. de physique, décembre 1788) a employé 254 gros 10 grains d'air vital, & 66 gros 4 grains de gaz hydrogène; il a eu 279 gros 27 grains d'eau; le résidu aériforme pesoit 39 gros 23 grains, & il n'a eu que 31 grains de déficit réel. Le résidu étoit composé

de 6 gros 30 grains d'acide carbonique , de 2 gros 52 grains d'air vital , de 30 gros 61 grains de gaz azote.

L'eau étoit acidule & contenoit , en suivant l'évaluation de Bergman pour la quantité d'acide que contient le nitre , 27 grains $\frac{1}{2}$ d'acide ; mais comme cette évaluation me paroît trop foible , je porte cette quantité à 36 grains.

Dans cette expérience , l'acide nitreux n'est que la 545^e partie de l'eau ; le gaz azote est environ la 9^e partie de l'eau , & moins du 8^e du total de l'air vital employé. Mais dans l'expérience de M. Monge , le gaz azote ne faisoit que le 40^e de la quantité de l'eau produite & le 38^e de tout l'air employé.

Il est facile de voir d'où vient cette différence , quand on fait attention aux procédés qui ont été employés pour retirer l'air vital ; le procédé de M. Monge , qui l'a retiré sans le contact de l'air atmosphérique , de la dissolution du mercure par l'acide nitrique , en rejetant les premières parties qui se dégageoient , est le meilleur qu'on connoisse pour l'avoir dans un grand état de pureté , si l'on en excepte peut-être le muriate oxigéné de potasse ; mais M. Lefevre l'a retiré de l'oxide de manganèse qui donne ordinairement une quantité considérable de gaz azote & d'acide carbonique.

M. Lefevre détermine par ses expériences sur la composition de l'eau, ainsi que par celles qu'il a faites sur sa décomposition, les mêmes proportions entre l'oxigène & l'hydrogène qui la forment, que M. Lavoisier a trouvées, accord qui est bien frappant.

Dans un premier mémoire (a), M. Priestley a pour but de déterminer si le phlogistique existe réellement dans les métaux; il réduit des oxides de plomb dans le gaz hydrogène; il voit qu'à mesure que la réduction s'opère, le gaz disparoît, & sans faire attention au changement de poids qu'éprouve l'oxide, & à toutes les expériences que M. Lavoisier a faites sur cet objet, il conclut que les métaux contiennent de l'hydrogène ou du phlogistique, puisqu'ils l'absorbent en se réduisant.

M. Priestley a l'attention dans ces expériences de chasser par la chaleur, non pas tout l'air contenu dans les oxides de plomb, comme il le prétend (page 5), mais une partie de cet air qui se trouve ordinairement mêlée d'acide carbonique; aussi ayant réduit 101 mesures de gaz hydrogène à 2 mesures, il trouve que ces 2 mesures sont encore du gaz hydrogène pur;

(a) Expériences & observations sur différentes branches de la physique, tome IV, page 1.

de sorte qu'ici il n'a point de production d'acide carbonique. Mais il observe avec raison, page 9, « qu'il faut mettre la plus grande attention à retirer d'abord du minium tout l'air qu'il peut donner, & employer ce minium avant qu'il ait pu absorber d'autre air de l'atmosphère; qu'il faut encore que l'eau qu'on emploie en assez grande quantité & qui s'échauffe dans ce procédé, ait été parfaitement purgée d'air autant qu'il est possible ».

Au moyen de ces précautions qu'il a entièrement négligées dans la suite, M. Priestley a réduit avec le gaz hydrogène des oxides métalliques sans obtenir d'acide carbonique; mais ayant laissé exposé à l'air pendant quelques semaines un oxide de plomb qui avoit été préparé comme les premiers, il trouva dans le résidu une quantité considérable de gaz azote; & en poussant au feu du même oxide, il observa qu'il donnoit également une quantité considérable de gaz azote; de sorte que celui qui s'étoit trouvé dans le résidu avoit manifestement été attiré de l'atmosphère.

M. Priestley prétend donner *une preuve incontestable* de la génération de l'acide carbonique par la combinaison de l'oxigène & de l'hydrogène. Il me paroît que les expériences précédentes donnoient une preuve incontestable

du contraire ; puisque l'oxigène des oxides de plomb s'étoit combiné avec l'hydrogène sans donner aucun indice d'acide carbonique ; les deux faits qu'il cite sont la combustion du fer dans l'air vital , & la distillation de la limaille de fer avec l'oxide de mercure par l'acide nitrique. Dans ces deux expériences , il prétend avoir obtenu des quantités considérables d'acide carbonique. On peut consulter sur le premier fait le mémoire de M. Lavoisier dans le premier volume des Annales chimiques , & sur le second , une lettre de M. Kirwan (Journal de physique , août 1785). « J'ai trouvé , dit ce » savant chimiste , qu'en distillant la limaille de » fer bien fraîche & bien nette avec le précipité rouge ou le précipité *per se* dans les » proportions indiquées , on ne retire point » d'air fixe ni même aucune espèce d'air ; mais » le tout s'unit au fer , qui par-là se trouve » calciné ». Il est vrai cependant qu'il n'y a que certaines proportions qui puissent donner ce résultat rigoureux , & qu'il faut même n'employer qu'un certain degré de chaleur , sur-tout lorsqu'on se sert de l'oxide de mercure par le feu ou précipité *per se* , parce que celui-ci contient naturellement de l'acide carbonique ; & que d'ailleurs le carbure de fer qui se trouve toujours en plus ou moins grande quantité dans

le fer, forme avec l'oxigène un peu de cet acide qui peut rester combiné avec l'oxide de fer, mais qui en seroit chassé à un degré de feu élevé.

M. Priestley continue de s'occuper du même objet dans la section troisième. Il brûle du fer dans l'air vital, & il trouve que le fer acquiert une augmentation de poids qui approche de très-près du poids de l'air qui a disparu ; il paroît étonné de ce résultat qui a cependant été établi par un grand nombre d'expériences de M. Lavoisier. Il observe que dans cette opération il se produit une très-petite quantité d'acide carbonique. Je discuterai plus bas ce qui a rapport à cet acide. M. Priestley réduit ensuite par le moyen du gaz hydrogène, l'oxide de fer qu'il avoit formé ; il remarque qu'il perd le poids qu'il avoit acquis, il retrouve un poids d'eau à peu près égal à celui de l'augmentation que le fer avoit éprouvée par son oxidation, réuni à celui du gaz hydrogène qui s'est absorbé ; il remarque lui-même que ses évaluations ne peuvent être rigoureuses, parce qu'elles ne portent que sur des produits d'un ou de deux grains ; & il ajoute que le gaz hydrogène qui s'est absorbé se trouve avec l'oxigène dans la proportion convenable pour former de l'eau. Pour s'assurer que l'eau ne venoit

pas du gaz hydrogène, il prend du gaz hydrogène bien sec ; mais le résultat est le même. L'oxide de cuivre & celui de mercure donnent le même produit.

M. Priestley s'est convaincu que le fer ne donne du gaz hydrogène que par le moyen de l'eau ; & il conclut d'une expérience qu'il fait sur le charbon exposé à l'action d'un verre ardent dans un récipient dont il éloigne toute humidité, « que l'eau est aussi nécessaire à la » production de l'air inflammable du charbon ; » qu'elle l'est à celle de l'air inflammable tiré » du fer (page 22) ». Il fait passer de l'eau en vapeur sur du charbon dans un tube échauffé ; il en retire du gaz hydrogène carboné & de l'acide carbonique. Il établit des calculs pour prouver que tout le gaz inflammable pouvoit provenir du charbon ; mais ses calculs sont essentiellement fautifs, en ce qu'il regarde comme acide carbonique tout formé, celui qu'il retire du gaz hydrogène carboné en le brûlant avec l'air vital , tandis que ce gaz tient seulement en dissolution du carbone qui forme ensuite de l'acide avec l'oxigène, ainsi que le reconnoît M. Kirwan.

Pour expliquer ensuite la formation de l'acide carbonique qu'il a obtenu , il est obligé de dire , « que l'eau a été altérée au point d'être changée

» en air fixe ». M. Priestley fait passer de l'eau sur du fer ; il en retire , comme on l'avoit déjà fait , du gaz hydrogène ; le poids du fer augmente de près du tiers ; il reconnoît qu'il est dans cet état semblable à celui qui a été oxidé dans l'air vital. « Il trouve qu'il est difficile » d'expliquer ce fait autrement qu'en suppo- » sant que l'eau est composée de deux espèces » d'air , savoir , l'air inflammable & l'air dé- » phlogistiqué ». Mais il croit que l'oxigène , en s'absorbant , se combine avec l'hydrogène existant dans le fer pour former de l'eau ; de sorte que , selon lui , un oxide de fer est une combinaison du fer & de l'eau ; & lorsque l'hydrogène réduit le fer , il ne fait qu'en chasser l'eau en se combinant avec le fer. Remarquons que l'explication que nous donnons de ce fait ne diffère de celle de M. Priestley , qu'en ce qu'elle épargne une supposition , celle de l'hydrogène existant dans le fer , & y existant dans des proportions si prodigieusement égales , qu'il faut pour réduire le fer la même quantité d'hydrogène qu'il faudroit pour saturer l'air vital qui s'est combiné avec lui.

M. Priestley veut réduire l'oxide de fer par le moyen du charbon ; après les avoir fortement échauffés , il n'obtient pas de l'eau , mais du gaz hydrogène carboné & de l'acide carbonique.

Il prétend que cette expérience détruit la doctrine de ceux qui ne veulent admettre le phlogistique ou hydrogène que dans les substances dans lesquelles on en a prouvé directement l'existence ; mais , 1°. son expérience me paroît défectueuse en ce qu'il n'a examiné que des portions de son produit ; 2°. si l'on compare la gravité spécifique de l'acide carbonique à celle du gaz hydrogène carboné, il est probable qu'il a obtenu beaucoup plus en poids du premier que du dernier ; dans un de ses essais l'acide carbonique faisoit le cinquième du volume ; 3°. le charbon tenu en dissolution faisoit une grande partie du poids du gaz inflammable ; 4°. il paroît , par un grand nombre d'expériences que le charbon retient fortement de l'hydrogène ; aussi avons-nous distingué le principe charbonneux ou carbone du charbon ordinaire. L'explication que donne M. Priestley de ce phénomène, revient à ce qu'il avoit dit auparavant, c'est-à-dire, que le charbon donne le gaz inflammable, & que l'eau se change en acide carbonique.

Dans la section suivante, M. Priestley décrit un appareil dont il s'est servi pour brûler du gaz hydrogène dans l'air, & il dit que lorsqu'il a brûlé de cette manière de l'air inflammable tiré du fer pur, l'eau qu'il a recueillie s'est trouvée

parfaitement exempte d'acidité (page 152).

Je passe sur un grand nombre d'expériences qui se trouvent dans la suite de ce volume & qui ont du rapport avec les précédentes qu'elles contredisent quelquefois , & que d'autres fois elles tendent à confirmer.

Dans un mémoire qui a suivi cet ouvrage (a), M. Priestley décrit trois expériences , dans l'une desquelles il obtint un quart de grain d'eau , & dans les deux autres réunies , un grain & demi. Voilà les expériences que l'on oppose à celles dans lesquelles on a obtenu des livres d'eau.

M. Priestley trouva que cette eau rougissoit la teinture de tournesol. Pour savoir quel acide il contenoit , il chercha à s'en procurer de plus grandes quantités , & pour cela il fit ses explosions dans un vase de cuivre. Il retira l'air vital dont il se servit , de l'oxide noir de manganèse , de l'oxide de mercure par l'acide nitrique , de l'oxide rouge de plomb. Il obtint une liqueur bleue , du bleu le plus foncé , lorsque l'air avoit été retiré de l'oxide de manga-

(a) Expériences & observations relatives au principe d'acidité , la composition de l'eau & le phlogistique. *Journal de physique* , août 1788.

nèse, & du bleu le plus léger, lorsqu'il l'avoit retiré de l'oxide de plomb. M. Priestley regarde comme un pur accident cette différence de couleur ; elle me paroît cependant indiquer clairement que dans le premier cas il s'est formé une plus grande quantité d'acide, parce que l'air retiré de l'oxide de manganèse étoit beaucoup moins pur & contenoit beaucoup plus de gaz azote que celui qui étoit retiré de l'oxide de plomb.

Pour prouver que l'air vital contient beaucoup d'eau (car enfin il faut bien chercher à expliquer d'où peut venir l'eau qu'on obtient), M. Priestley décrit des expériences dont il conclut que l'acide carbonique en contient près de la moitié de son poids, lorsqu'il est dans l'état élastique. Le carbonate de baryte naturel ne donne point d'acide carbonique lorsqu'on le pousse au feu ; mais M. Priestley a trouvé qu'en faisant passer dessus de la vapeur d'eau, l'acide carbonique se dégagoit, & il détermine par la perte de l'eau qu'il éprouve, la quantité qui a dû se combiner avec l'acide carbonique ; 60 grains d'eau, selon son évaluation, sont entrés dans 147 grains d'acide carbonique.

On pourroit faire plusieurs objections contre cette évaluation.

1°. M. Priestley n'a point examiné la perte qu'a éprouvée la baryte, ce qui étoit nécessaire.

2°. Il évalue le poids de 330 onces mesures d'acide carbonique, à 294 grains, ce qui est au-dessous du poids réel de cet acide.

3°. L'acide carbonique échauffé a dissous une quantité d'eau qu'il a déposée en se refroidissant, & M. Priestley ne paroît avoir fait aucune attention à l'influence de la température.

Je passe une autre expérience qu'il a faite avec l'acide muriatique, & qui est sujette à de plus grandes difficultés encore que la précédente. Je suppose même que l'acide carbonique contient la moitié de son poids d'eau; l'air vital ayant moins de gravité spécifique & se dissolvant lui-même en beaucoup plus petite quantité dans l'eau que l'acide carbonique, doit en dissoudre beaucoup moins lui-même; mais qu'on suppose que l'air vital contient la moitié de son poids d'eau, & qu'on examine si avec cette supposition on parvient à expliquer les expériences dont on a présenté le précis.

M. Priestley tâche d'expliquer les phénomènes qu'on attribue à la décomposition de l'eau; il ne trouve pas invraisemblable que tous les acides se convertissent les uns dans les autres, que l'acide nitrique se change en acide carbo-

nique. Il avoit dit précédemment que l'eau se changeoit en acide carbonique.

Dans un mémoire suivant (a), M. Priestley donne des détails sur les produits d'une expérience qu'il avoit décrite & qui avoit été faite beaucoup plus en grand que les autres. M. Keir s'étoit chargé d'examiner 442 grains d'une liqueur qui avoit été formée dans un vase de cuivre, & qui contenoit du nitrite de cuivre. Comme M. Priestley rend d'une manière très-équivoque les résultats de ces expériences, je les tirerai d'une lettre de M. Keir qui est à la suite du mémoire (*ibid.* page 323). Cette liqueur étoit verte; elle furnageoit un dépôt de 72 grains d'un oxide brun de cuivre. En la laissant évaporer, il se déposa, par la seule exposition à l'air, une poudre verte insoluble dans l'eau, mais soluble dans les acides.

Je m'arrête à cette circonstance qui demande attention, parce qu'il me paroît en résulter une erreur considérable dans le calcul de M. Keir. Il compare cette partie insoluble au précipité qui se forme lorsqu'on a séché à une forte chaleur du nitrate de cuivre, & qu'on veut le

(a) Additional experiment. and observations, &c.
Transact. philosophiques, volume XXVIII, p. 313.

redissoudre; & il suppose que le précipité vient de ce qu'une partie de l'acide nécessaire, à la dissolution s'est échappée ou manque d'une manière qu'il n'explique pas. Delà, pour évaluer la quantité d'acide qui étoit dans la liqueur, il dissout la partie insoluble dans l'acide sulfurique; il juge par la quantité de cet acide qui est nécessaire pour la dissoudre, de la quantité d'acide nitrique qui a dû disparaître; & il ajoute à la quantité d'acide nitreux qu'il trouve dans la dissolution, celle qu'il suppose ainsi y avoir existé. Il vient à bout par cette supposition de doubler à peu près la quantité de l'acide contenu dans la liqueur.

La véritable raison du phénomène me paroît être que l'acide qui étoit, comme en convient M. Keir, dans l'état d'acide nitreux ou dans l'état *phlogistiqué*, a tiré peu à peu l'oxygène de l'atmosphère, & s'est mis dans l'état d'acide nitrique qui est un acide beaucoup plus fort & qui exerce des affinités beaucoup plus actives. Or, selon l'observation de l'exact Bergman, un acide plus foible demande pour sa saturation beaucoup plus de base qu'un acide qui agit par une attraction plus forte. L'acide nitreux, en se convertissant en acide nitrique, doit donc abandonner une partie de sa base.

Il y a apparence que ce changement d'acide

nitreux en acide nitrique a eu lieu dans les expériences que l'on a faites pour déterminer la quantité d'acide qui s'est trouvée dans l'eau qu'on a formée dans différentes expériences. Cela devient indifférent pour la quantité d'azote que l'on veut estimer, si au lieu d'un tiers du poids de l'acide nitreux qui est à peu près ce que donnent les expériences de M. Cavendish, on ne prend que le cinquième qui paroît être à peu près la véritable proportion de l'azote dans l'acide nitrique. Il faut cependant excepter les expériences dans lesquelles on a permis à l'acide nitreux d'absorber de l'air vital après qu'il a été formé, comme dans les dernières expériences qu'a publiées M. Cavendish, & dans lesquelles cette seconde absorption & sa cause n'ont pas échappé à ce grand chimiste.

De ces considérations il résulte, 1°. qu'il faut sans crainte d'erreur supprimer de l'évaluation de MM. Keir & Priestley presque la moitié de l'acide; 2°. qu'il ne faut prendre que le cinquième ou tout au plus le quart de cet acide pour déterminer la quantité de l'azote qui est entré dans sa composition.

M. Keir verse sur la dissolution cuivreuse de la dissolution de carbonate de potasse jusqu'à ce qu'il ne se forme point de précipité; il examine ensuite combien une même quantité de

cette dissolution alkaline sature d'acide sulfurique, & combien une quantité d'acide sulfurique égale à celle qui a été saturée décompose de nitre. L'on fait qu'il faut un excès de précipitant pour effectuer en entier un précipité. Ainsi il a dû employer plus d'alkali qu'il n'en eut fallu pour saturer l'acide nitrique; mais passons sur cette cause, qui a pu augmenter considérablement l'évaluation de M. Keir.

Il a dû se trouver dans les 442 grains de liqueur autant d'acide qu'il s'en trouve dans 23 grains de nitre, c'est-à-dire, à peu près 10 grains ou $\frac{1}{44}$. Cette liqueur contenoit donc moins d'acide que celle dont M. Cavendish avoit déjà retiré 2 grains de nitre sur 30 grains, & voilà à quoi se réduit cette fameuse expérience de M. Priestley dont les résultats avoient été si bien prévus & analysés par M. Cavendish; cependant il y a une circonstance qui paroît nouvelle. Dans les proportions de gaz hydrogène & d'air vital qu'a employées M. Priestley, il n'auroit point dû former d'acide, selon les observations de Cavendish; il faut donc, ainsi que le remarque M. Keir, que le cuivre ait décidé la formation de l'acide nitreux, comme l'alkali la favorise dans l'expérience de M. Cavendish. C'est une observation qu'il faut ajouter aux nombreuses découvertes de M. Priestley.

Il y a dans les opérations qui se font dans les vaisseaux de métal une circonstance qui est défavorable à la proportion de l'eau qui se forme ; c'est que le métal absorbe de l'oxigène, lequel, sans cela, auroit servi à augmenter la quantité de l'eau. Ainsi, dans l'expérience de M. Priestley, sans parler de la partie du vase qui a dû rester oxidée, & de la partie qui s'est dissoute dans l'acide nitreux, il y a eu 72 grains d'oxide. C'est donc plus de 6 grains d'oxigène qui auroient formé près de 8 grains d'eau.

M. Priestley conclut de son expérience, que l'acide nitreux qu'il a formé fait la vingtième partie du poids de l'air vital (& elle ne peut en faire la quarante-quatrième), & qu'une partie d'air vital tient en dissolution 19 parties d'eau ; mais dans cette singulière évaluation il ne fait entrer pour rien le poids du gaz hydrogène, qui cependant a dû faire le sixième du poids de l'air vital, & qui par conséquent a été lui seul trois fois plus pesant que l'acide trouvé, même en laissant toutes les exagérations de sa quantité.

Dans le volume suivant des transactions philosophiques, M. Priestley cherched'abord à concilier ses résultats avec ceux de M. Cavendish ; il croit que leur différence dépend du degré de température auquel ils ont opéré, que les

expériences de M. Cavendish ont été faites par une électrisation lente, & les siennes par une ignition rapide.

1°. Les degrés de température méritent certainement une grande attention en chimie; mais il ne faut pas en abuser, & toutes les fois qu'on a un certain produit dans une expérience à un degré de température peu élevé, & un autre à une température plus élevée; ce premier produit prend la nature du dernier lorsqu'on l'expose au degré de chaleur qui a servi à la production du dernier. D'après ces principes, en élevant l'eau pure que M. Cavendish a eue dans quelques-unes de ses expériences au degré de chaleur qu'a employé M. Priestley, on devroit la changer ou en acide carbonique, ou en acide nitreux; car M. Priestley a alternativement adopté ces deux changemens.

2°. L'expérience de M. Monge, qui n'a eu que 9 grains d'acide carbonique contre plus de 3 onces d'eau, & presque point d'autre acide, s'est faite à une température au moins aussi élevée que celle de M. Priestley.

Ici M. Priestley perd de vue l'explication qu'il avoit donnée dans le mémoire précédent. Ce n'est plus l'air vital qui contient le principe d'acidité, & 19 parties d'eau contre 1 de ce principe. C'est du gaz hydrogène que ce prin-

cipe est dégagé dans la simple ignition , & toute l'eau qui étoit tenue en dissolution par les deux airs est précipitée (page 8). Dans cette explication , le poids de l'acide est donc dû au gaz hydrogène , & pour être conséquent , 20 parties d'air vital contiennent 20 parties d'eau.

M. Priestley a répété l'explosion dans un vaisseau de cuivre avec l'air atmosphérique , & quelquefois il n'a point eu d'acide , d'autre fois il en a eu une très-petite quantité. Il ne fait point attention aux faits pareils discutés par M. Cavendish , mais il suppose , & M. Keir se sert aussi de cette supposition , que lorsqu'il n'a pas trouvé de l'acide ou qu'il n'en a trouvé que très-peu , il est resté dans l'état de gaz , parce qu'il étoit alors fortement *phlogistiqué*. Heureusement les expériences qui ont été faites en France , & dans lesquelles le poids & les propriétés des résidus ont été examinés avec le plus grand soin , nous mettront en état de déterminer si cette supposition a quelque fondement. M. Priestley remarqua aussi que lorsqu'il mêloit du gaz azote à l'air vital *très-pur* , il avoit moins d'acide que lorsqu'il ne faisoit point ce mélange. Il dit que l'air le plus pur étoit employé à ces expériences ; car il étoit retiré de l'oxide de mercure par le feu ou *précipité per se*.

Dans un voyage que M. Blagden fit à Paris en 1788, il me dit que M. Priestley desiroit que je lui envoyasse de l'oxide de mercure qui lui manquoit. Je n'en avois pas. Je m'adressai à M. Leblanc, qui est connu avantageusement par ses mémoires sur la cristallisation de plusieurs sels, & qui prépare l'oxide de mercure, par le feu, avec beaucoup de succès. M. Leblanc eut la bonté de m'en envoyer deux onces, j'en remis une à M. Blagden pour M. Priestley, qui répéta ses expériences avec l'air qu'il en retira.

Cette fois il n'obtint pas de l'acide nitreux; mais il trouva dans le résidu une proportion considérable, dit-il, d'acide carbonique : il se rappela que dans une expérience précédente dans laquelle il avoit obtenu *une goutte* de liqueur, page 12, il s'étoit contenté d'examiner cette goutte avec la teinture de tournesol, & que c'étoit seulement de la couleur qu'elle lui avoit communiquée, qu'il avoit conclu qu'il s'étoit formé de l'acide nitreux. De ces expériences où l'on oppose une goutte à des livres que d'autres physiciens ont obtenues & examinées, M. Priestley conclut qu'un acide est toujours le produit de la combinaison du gaz hydrogène & de l'air vital; que si l'air vital se trouve *dans l'état naissant*, il forme de l'acide

carbonique ; que si au contraire il est dans l'état élastique , il produit de l'acide nitreux. Voyons d'abord d'où l'acide carbonique qu'il a obtenu dans ces dernières expériences a pu tirer son origine.

M. Priestley dit que l'oxide de mercure ne donnoit point d'acide carbonique par la chaleur. Cette assertion m'engagea à distiller dans un appareil pneumatique 50 grains du même oxide de mercure que M. Priestley avoit employé à ses dernières expériences. J'en reçus l'air sur l'eau de chaux qui d'abord ne parut point se troubler ; mais après environ un quart d'heure , il se forma un précipité assez considérable. Cet oxide de mercure contenoit donc de l'acide carbonique ; mais d'où vient qu'il ne trouble pas tout de suite l'eau de chaux ? c'est qu'il est tenu en dissolution par l'air vital.

Je rapporterai à cette occasion une observation qu'a faite en ma présence M. Velter. Si on laisse dans un flacon de l'air atmosphérique en contact avec une eau imprégnée d'acide carbonique, cet air se dilate , fait effort & produit un sifflement lorsqu'on débouche le flacon , parce que l'acide carbonique en se dissolvant dans l'air reprend l'état élastique , comme MM. de Landriani & de Saussure ont ob-

servé que l'eau elle-même le faisoit : si l'on renouvelle quelquefois cet air , l'eau finit par ne plus donner d'indice d'acide carbonique. L'on voit donc que l'air a plus d'affinité avec l'acide carbonique que l'eau elle-même , & qu'il le lui enlève du moins jusqu'à un certain degré de saturation. Il paroît que lorsqu'on le chasse de l'eau , il entraîne avec lui une portion de l'air qui étoit tenu en dissolution dans l'eau ; & qu'on n'auroit peut-être pas pu en chasser par la simple chaleur ; de là vient que cet acide laisse toujours un résidu lorsqu'on veut le redissoudre après l'avoir chassé de l'eau.

Il n'est donc pas surprenant que lorsqu'il ne se trouve dans l'air que la quantité d'acide carbonique qu'il peut tenir en dissolution , on ne puisse pas facilement le séparer par l'eau de chaux , comme l'a remarqué M. Cavendish ; il est possible même qu'on ne puisse pas l'en priver entièrement par ce moyen , ainsi que le pense M. le Fèvre ; ajoutez à cela que si l'eau de chaux n'est pas saturée de carbonate de chaux , elle peut prendre de l'acide carbonique sans se troubler , sur-tout lorsque cette absorption ne se fait pas tout-à-coup ; mais si l'on fait disparaître rapidement l'air vital , comme lorsqu'on forme de l'eau , alors l'acide carbonique qui se trouve libre se laisse appercevoir facilement.

M. Priestley se contente de dire relativement à l'expérience que j'analyse, que le résidu qui étoit resté dans le vase contenoit une proportion considérable d'acide carbonique, sans énoncer même quelle étoit la quantité du résidu ; mais jugeons-en par les expériences qui suivent. Dans l'une il a réduit 10 onces mesures de gaz hydrogène à 1,1 once mesure par le moyen de l'oxide de mercure par l'acide nitrique , ce résidu contenoit 0,07 once mesure d'acide carbonique : dans une autre faite avec l'oxide de mercure par le feu $8 \frac{1}{2}$ onces mesures de gaz hydrogène, ont été réduites à $2 \frac{1}{2}$ onces mesures de résidu qui contenoit 0,04 d'acide carbonique.

M. Priestley dans ces expériences ne fait nulle attention au changement de température ; il n'y fait aucun usage du thermomètre, & cette précaution seroit bien essentielle , lorsqu'on vient de faire une expérience avec le verre ardent, & que l'on introduit une liqueur froide dans l'appareil que l'on vient d'échauffer ; de sorte qu'une grande partie des diminutions par lesquelles M. Priestley a jugé de la quantité de l'acide carbonique , peut être attribuée au changement de température : mais admettons que de si petites quantités ayent été bien déterminées, elles n'excèdent pas ce que l'oxide,

dont on a fait usage , a dû fournir ; dans la dernière expérience , il a dû se former près de trois grains d'eau , & M. Priestley ne porte son attention que sur un produit qui n'est pas la soixante-dixième partie de celui-là pour expliquer tout le phénomène.

L'air que j'avois retiré de l'oxide de mercure , & dont j'avois séparé l'acide carbonique , fut exposé à l'action du sulfure alkalin , & il laissa un résidu qui faisoit le tiers du total , pendant que l'air vital retiré du muriate oxygené de potasse , & exposé de même , ne laissa qu'un cent vingt-sixième de résidu. Voilà donc cet air que l'on regarde comme très-pur , qui contient de l'acide carbonique , & un tiers en volume de gaz azote ; peut-on être surpris après cela qu'il donne dans son état naissant de l'acide carbonique & de l'acide nitreux lorsqu'on le fait détonner avec le gaz hydrogène ? Mais si l'on ajoute à un pareil air du gaz azote , on le rapproche de l'état de l'air atmosphérique , & si l'on emploie les mêmes proportions de gaz hydrogène , l'on doit former moins facilement de l'acide nitreux , conformément aux belles observations de M. Cavendish.

M. Priestley n'a pas sans doute toujours employé un air aussi impur ; celui qu'on retire de l'oxide de manganèse , sur-tout lorsqu'on ne

rejette pas la première partie , peut cependant l'être encore plus : celui qu'on retire de l'oxide rouge de plomb , paroît plus pur , aussi M. Priestley a-t-il obtenu par le moyen de cet air dans un vase de cuivre une liqueur beaucoup moins colorée qu'avec le précédent ; cependant il avoit prouvé que l'oxide de plomb attiroit le gaz azote de l'atmosphère , car après avoir chassé par la chaleur une portion de l'air de l'oxide de plomb , & après l'avoir laissé exposé pendant quelque tems à l'air , il en avoit ensuite retiré du gaz azote , comme on l'a vu ci-dessus. Il avoit bien observé à cette époque qu'il falloit chasser par la chaleur tout l'air qui peut s'en dégager pour le traiter avec le gaz hydrogène ; aussi avoit-il eu par cette précaution de l'eau sans aucun indice d'acide carbonique , quoiqu'elle eût été formée par le moyen de l'oxigène ou de l'air vital dans l'état naissant ; mais ce qui me paroît singulier , c'est que dans le mémoire même M. Priestley dit, page 17, qu'ayant chassé d'un oxide de plomb par la chaleur tout l'air qui peut s'en dégager , & l'ayant traité avec le gaz hydrogène , il a eu de l'eau sans acide , que du moins les indices d'acide carbonique ont été si foibles qu'il n'y a point eu de diminution de volume , & que les apparences ont été absolument les mêmes que

lorsqu'il s'est servi de l'oxide de fer qu'il appelle *finery cinder*.

Voilà donc deux oxides, par le moyen desquels M. Priestley a formé de l'eau sans acide carbonique & sans acide nitreux; mais il prétend que l'oxide de fer contient de l'eau pure, & que les autres oxides contiennent le principe de l'acidité; cependant l'oxide de plomb dont on vient de parler, lui a donné absolument les mêmes résultats que l'oxide de fer. *I found the results in all respects the very same.* Cet oxide de fer ne diffère donc pas des autres oxides; puisqu'il n'a fallu qu'une chaleur préliminaire pour mettre l'oxide de plomb en état de donner les mêmes résultats, *the very same*; ou plutôt il n'en diffère qu'en ce que les autres contiennent un peu d'acide carbonique, comme l'a déjà observé M. Cavendish, & ordinairement plus ou moins d'azote; mais l'on peut chasser l'un & l'autre sans changer leur nature d'oxide.

Relativement au carbure de fer ou plumbagine qui se trouve dans le fer, & qui dans quelques expériences, donne naissance à l'acide carbonique, je me bornerai à faire quelques observations générales; car je serois entraîné dans trop de longueur, si je suivois pas
à

à pas M. Priestley sur cet objet dont il s'occupe beaucoup dans ses mémoires.

Le fer contient plus ou moins de carbure de fer, dont le carbone se dissout plus ou moins dans l'hydrogène qui se dégage d'une dissolution de ce métal ; mais lorsqu'on se sert de fer doux, & que la dissolution se fait avec peu de chaleur, la quantité de carbone qui se dissout est si petite, qu'elle ne peut donner naissance à une quantité sensible d'acide carbonique, à moins qu'on ne fasse l'expérience fort en grand ; aussi n'est-ce point à cette cause qu'il faut attribuer l'acide carbonique qu'a observé M. Priestley dans ses dernières expériences faites sur de si petites quantités : cela est même prouvé par ses résultats ; puisqu'il n'a point eu d'acide carbonique avec l'oxide de plomb poussé à la chaleur, ni avec l'oxide de fer. Cet acide venoit donc uniquement des oxides qu'il a employés.

C'est autre chose lorsqu'on brûle du fer dans l'air vital ; nécessairement le carbure de fer se brûle & forme de l'acide carbonique ; il faut que cet acide reste combiné dans l'oxide de fer qui s'est formé, ou qu'il ait pris l'état élastique ; mais il n'est pas resté combiné dans l'oxide de fer, puisque celui-ci étant réduit par du gaz hydrogène, il n'a donné que de l'eau

dans l'observation réitérée de M. Priestley : il faut donc qu'on le retrouve dans le résidu aéri-forme. Voyons si la quantité qu'on y observe est plus grande que celle qui peut venir de cette cause. M. Priestley dit que M. Bergman a déterminé la quantité de carbure de fer qui peut se trouver dans 100 grains à 0,12 grains, mais M. Bergman dit que 100 grains de fer forgé peuvent contenir depuis 0,05, jusqu'à 0,20 grains de cette substance. M. Priestley compare le poids de l'acide carbonique avec celui du carbure de fer qui se trouve dans un poids donné de ce métal; mais une partie de carbure de fer fait avec la quantité nécessaire d'air vital, à peu-près quatre fois son poids d'acide carbonique, de sorte qu'au lieu de faire la comparaison poids à poids, il faut quadrupler le poids du carbure de fer pour trouver la quantité d'acide carbonique qu'il peut former. Si l'on fait cette correction, l'on trouve dans les exemples de M. Priestley indépendamment des erreurs de détermination qui ont dû provenir des changemens de température qui ont été négligés, que la quantité d'acide carbonique qu'il a observée dans différentes expériences, est inférieure à cette proportion, de sorte que le fer dont il s'est servi a dû contenir une moindre quantité de car-

bure que celle qui se trouve dans quelques espèces de fer. Par exemple lorsque M. Priestley a fait disparaître , dans une expérience , six onces mesures d'air , il a oxidé plus de vingt grains de fer , & par conséquent il a pu avoir plus de 0,16 grains d'acide carbonique , sans parler de celui qui se trouvoit presque toujours dans l'air vital dont il faisoit usage.

Il faudroit sans doute connoître plusieurs autres articles du dictionnaire de M. Keir , pour entrer dans une discussion approfondie de ses opinions ; mais il a donné de la publicité à celui dans lequel il traite de l'acide nitrique , & dans lequel il tâche de réfuter la composition de l'eau. (*Journ. de Phys.* 1789.)

M. Keir paroît avoir détourné son attention des faits établis avec tant de soins , & dont j'ai présenté le précis , pour assujétir la marche de la nature à l'idée que l'air vital doit toujours produire un acide lorsqu'il se combine avec un corps combustible ; puisqu'avec le soufre il forme l'acide sulfurique ; avec le phosphore , l'acide phosphorique ; avec l'arsenic , l'acide arsénique ; avec le charbon , l'acide carbonique ; avec les substances végétales par le moyen de la fermentation , l'acide acéteux , & avec les métaux , les différens oxides que l'on reconnoît pour participer plus ou moins à la nature des

acides , selon la quantité d'air vital qu'ils ont absorbé , *page 114*. De-là il a conclu que le résultat de la combustion du gaz hydrogène devoit être un acide ; c'est par cette analogie qu'il a conduit M. Priestley à ses dernières observations , & c'est la base sur laquelle ils ont élevé l'opinion qui a été commune entr'eux pendant quelque tems.

Cette idée appartient incontestablement à M. Lavoisier ; elle l'a conduit à plusieurs découvertes qui ont été appréciées par les physiciens. *L'analogie*, dit-il, *mém. de l'académie 1781, page 471, m'avoit porté invinciblement à conclure que la combustion de l'air inflammable devoit également produire un acide*. Mais M. Lavoisier a senti que toutes les analogies doivent disparaître devant des faits positifs ; & qu'il y a entre les analogies les plus fortes & les faits, la différence qui se trouve entre les probabilités & la certitude.

M. Keir dit que M. Priestley a toujours trouvé que la quantité d'eau étoit inférieure en poids aux gaz employés ; mais M. Priestley n'a jamais pesé les résidus gazeux, il a produit des grains d'eau dont une partie inappréciable devoit adhérer aux vaisseaux , il n'a point fait attention aux changemens de température , &c. : au contraire les expériences authentiques qui

ont été faites , & sur lesquelles on doit établir son opinion , à moins que celles qu'on pourroit opposer n'eussent été faites avec un soin plus grand encore , présentent dans les produits un poids tellement approché de celui des composans , que l'on peut dire que jusqu'à présent l'on n'a dans aucune expérience porté si loin la précision. Dans l'expérience de M. Lavoisier il y a entre les substances employées & leur produit une différence d'un cent vingt-troisième , & dans celle de M. le Fevre elle n'a été que d'un quatre cents soixante unième , & encore ces différences étoient en sens contraire.

Pour rejeter des faits positifs, M. Keir cite quelques altérations que l'on a observées dans le gaz hydrogène abandonné sur l'eau , dans des mélanges de ce gaz & d'air vital , celle que le gaz hydrogène a éprouvée par la respiration , & le changement qu'a éprouvé , par l'électricité , le gaz inflammable tiré de l'esprit de vin. Je ne fais ce qui a pu se passer dans ces épreuves dont on ignore la plupart des circonstances , dans lesquelles on ne trouve aucun rapport de poids qui puisse conduire à une conséquence , & lier ces phénomènes entr'eux ou aux autres faits établis par des expériences précises.

C'est de ces seules observations que M. Keir conclut que l'hydrogène sert à former le gaz azote qui ensuite entre dans la composition de l'acide nitrique, dernier résultat de la combustion du gaz hydrogène & de l'air vital ; & si l'on n'a pas toujours trouvé de l'acide, il pense que cela vient de ce que cet acide a pu rester en gaz dans un état de combinaison qui peut n'être pas encore connu, que dans cet état il aura pu échapper aux recherches des physiciens, & que toute l'eau qu'on trouve est simplement précipité des gaz qui la tenoient en dissolution.

Puisque l'on a des expériences dans lesquelles aucun poids n'a été négligé, quelle que soit la nature du résidu, l'on pourra voir si cette supposition peut avoir quelque réalité. Je prendrai l'expérience de M. le Fèvre qu'on peut regarder comme favorable à l'opinion de M. Keir, parce que l'air vital ayant été moins pur que dans les autres, le résidu a été plus considérable. Il a eu un résidu de 2221 grains qu'il a pris pour du gaz azote. Joignons le poids de l'acide carbonique qui étoit de 462 grains, & encore celui de l'acide nitreux qui étoit de 36 grains ; le total fait 2719. Il y a eu en gaz hydrogène seul 4752 grains ; or 4752 n'ont pu entrer dans 2719 ; mais, dira-

tion , le gaz hydrogène contient beaucoup d'eau, & il aura abandonné cette eau. M. Keir me dit dans une lettre qu'il m'a fait l'honneur de m'écrire qu'il regardoit les gaz comme de l'eau tenue en dissolution ; mais si cela est , le résidu qui étoit dans l'état gazeux , devoit encore être de l'eau tenue en dissolution , & comme il surpasse presque du double le poids du gaz hydrogène , il en résulte toujours qu'il ne peut représenter même le poids du gaz hydrogène ; forçons les suppositions , & admettons qu'il le représente. Que sera devenu l'air vital ? le gaz hydrogène seul surpasse de près de moitié le poids du résidu , & nous avons six fois autant d'air vital dont la disparition devient inexplicable.

Si les gaz sont de l'eau en dissolution , il ne faut pas faire attention au résidu qui est gazeux , & qui par conséquent est de l'eau tenue en dissolution ; il faut que les principes qui ont formé 36 grains d'acide nitreux aient pu tenir en dissolution toute l'eau qui s'est précipitée ; c'est-à-dire que 36 grains aient tenu en dissolution 18715 grains d'eau.

Quel doute peut-il rester encore sur la composition de l'eau ? L'on obtient un poids d'eau égal à celui des gaz qui disparaissent , autant

que les moyens qu'il est possible aux Physiciens d'employer peuvent le permettre ; On trouve peu de résidu gazeux lorsqu'on emploie un air vital qui contient peu de gaz azote , comme l'a fait M. Monge , & une plus grande quantité quand on a employé un air vital moins pur , comme il est arrivé à MM. Lavoisier & Meusnier qui avoient déterminé le degré de pureté de leur air avant de le soumettre à la combustion ; & comme il est arrivé à M. le Fèvre qui a retiré le sien de l'oxide de manganèse qui donne quelquefois un telle quantité de gaz azote qu'on peut l'en retirer presque pur , comme l'a fait M. Seguin. L'on fait d'où vient le gaz carbonique qui se trouve en plus ou moins grande quantité dans le résidu , & qui ne fait jamais qu'une petite fraction des gaz employés. Il se forme quelquefois un peu d'acide nitreux , & M. Cavendish a prouvé quelle étoit son origine. Les principes de l'acide nitrique qu'il a fait connoître , se retrouvent dans toutes les décompositions de cet acide , & expliquent toutes les modifications qu'il éprouve , & les effets qu'il produit : enfin des expériences sur la décomposition de l'eau correspondent parfaitement avec les premières , & donnent l'explication d'un grand nombre de

phénomènes qui étoient restés inexplicables , ou dont l'on ne rendoit raison que par des suppositions. Y eut-il jamais vérité physique mieux établie & plus féconde en conséquences ?

M. Keir prouve que l'oxide de fer formé par le gaz nitreux ou par la vapeur de l'eau a les mêmes propriétés que les autres oxides ; mais pour ne pas admettre la décomposition de l'eau , il suppose que son oxidation est due à l'air vital qui est en dissolution dans l'eau , & qu'on ne peut en chasser entièrement par l'ébullition ; ou du moins que cette oxidation est due à cet air & à l'absorption de l'eau. Mais quelle proportion y a-t-il entre la quantité d'air vital qui peut rester en dissolution dans l'eau , & la quantité de gaz hydrogène qui se dégage lorsqu'on fait passer l'eau sur le fer échauffé pour qu'on puisse lui attribuer la production de ce gaz ? Quand on supposeroit que l'eau retient un volume d'air égal au sien , ce ne seroit qu'un $\frac{8}{100}$ de sa masse. Lorsqu'il s'agit d'expliquer l'oxidation d'un métal par l'eau , on suppose que l'eau est presque entièrement de l'air ; & lorsqu'on veut expliquer la précipitation de l'eau contenue dans l'air , on suppose que l'air est presque entièrement formé d'eau.

Pour appuyer cette explication , M. Keir adopte l'assertion de quelques physiciens qui

prétendent que l'eau qu'on a fait bouillir est beaucoup moins propre à donner du gaz hydrogène avec le fer, que l'eau ordinaire; mais M. Priestley, qui faisoit bouillir dans une cornue de verre l'eau qui passoit en vapeur sur le fer & sur le charbon, n'auroit dû retirer du gaz hydrogène, selon l'explication de M. Keir, que dans le commencement de l'opération; car, passé ce commencement, c'étoit de l'eau bouillie qui passoit sur le fer, comme dans les expériences qu'il oppose. De plus, M. Lavoisier s'est servi d'eau distillée qui avoit bouilli & de limaille de fer bien pure dans les expériences par lesquelles il a produit du gaz hydrogène (*Mémoires de l'acad.* 1781, p. 378); & dans les expériences qu'il a faites avec M. Meusnier, il a aussi fait passer sur le fer, de l'eau réduite en vapeurs (*Ibid.* page 272).

Je ne pousserai pas plus loin ces observations que leur longueur rendroit fatigantes, quoique l'article de M. Keir contienne plusieurs autres objets de discussion. Je remarquerai seulement que, devenu beaucoup plus difficile sur les preuves que j'ai données de la composition de l'ammoniaque, que sur celles qui servent à étayer ses opinions, il remarque avec raison que j'avois omis de m'assurer par des mesures exactes, que lorsqu'on dégage du gaz azote des

substances animales par l'acide nitrique, cet acide n'est point décomposé. Le phénomène étoit tellement marqué, que j'avois cru inutile de m'en assurer par des expériences précises; mais M. de Fourcroy a suppléé à cette omission (*Annales*, 1^{er} vol. page 42). L'on a vu que le fondement sur lequel M. Keir établissoit principalement son opinion, étoit qu'un acide devoit être nécessairement le produit de la combinaison de l'air avec l'hydrogène, parce que celui-ci est un corps combustible; & il prétend (page 129), que l'air vital entre dans la composition de l'ammoniaque avec l'hydrogène. Ici donc non-seulement ce n'est pas un acide, mais c'est même un alkali qui est le produit de la combinaison de ces deux substances.

Dans un supplément à l'article *acide nitrique*, M. Keir présente plusieurs observations que lui a suggérées la réponse à l'ouvrage de M. Kirwan sur le phlogistique.

Il fait voir qu'on s'est trompé dans cette réponse, en supposant que dans les expériences dans lesquelles M. Priestley a réduit l'oxide de fer par le gaz hydrogène, il n'avoit fait que ramener le fer à ce terme d'oxidation qu'il reçoit par la décomposition de l'eau (a). Il ob-

(a) M. Kirwan n'avoit cité qu'une expérience de

serve que M. Priestley a aussi ramené à l'état métallique le fer même qui avoit été réduit en oxide par le moyen de l'eau , & que le gaz hydrogène n'auroit dû avoir aucune action sur cet oxide , s'il ne pouvoit , comme on l'a supposé , que le ramener aux termes d'oxidation auquel il parvient par l'action de l'eau. M. Keir pèse avec beaucoup d'équité les difficultés qui se présentent également dans les explications qu'ont données sur cet objet ceux qui défendent l'existence du phlogistique dans les métaux , & ceux qui ne croient pas à son existence.

Ce phénomène me paroît devoir s'expliquer uniquement par la différence des températures auxquelles l'eau peut être décomposée par le fer , & se reformer par la combinaison de l'oxigène & de l'hydrogène. La chaleur , comme l'a remarqué M. Bonjour dans sa traduction du traité des affinités de Bergman , favorise la combinaison de l'oxigène avec le fer , par exemple ,

M. Priestley, dans laquelle il avoit réduit de l'oxide de fer formé par l'oxigène tiré de l'oxide de mercure ; & les principes que M. Fourcroy lui a opposés dans sa réponse , me paroissent incontestables pour les cas où le degré de chaleur employé soit pour l'oxidation du fer , soit pour sa réduction par l'hydrogène , seroit exactement le même.

en diminuant l'attraction mutuelle des molécules du fer ; mais en même-tems , comme le fer ne prend pas un état gazeux , elle diminue la disposition de l'oxigène à la combinaison en augmentant son élasticité ; de sorte que l'on peut considérer les effets qu'elle produit , comme deux forces contraires , l'une qui favorise la combinaison , & l'autre qui s'y oppose. Ces deux forces augmentent dans des progressions différentes jusqu'à un point d'équilibre , passé lequel c'est la seconde qui devient dominante ; ainsi , le mercure se combine avec l'oxigène jusqu'à un certain degré de chaleur , passé lequel l'oxigène se dégage.

L'eau cède son oxigène au fer depuis le degré de chaleur qui suffit à la liquidité , jusqu'à un degré de chaleur qui paroît approcher de celui du fer rouge ; depuis là l'oxigène tend à s'en dégager , une partie même s'en dégage , comme l'observe M. Keir : & delà vient que les mines de fer exposées à une grande chaleur , deviennent attirables à l'aimant ; mais l'oxigène peut abandonner le fer en entier , si l'hydrogène favorise encore son dégagement par l'attraction qu'il conserve pour lui ; car l'eau peut se former à de très-hautes températures. Ainsi , dans les expériences de M. Monge , la chaleur instantanée qui s'est formée a dû être

extrêmement grande ; or , lorsque M. Priestley a réduit l'oxide de fer par le moyen du gaz hydrogène , en l'exposant au foyer d'un verre ardent , il a dû produire une chaleur beaucoup plus intense que celle que pouvoit prendre du fer sur lequel on faisoit passer de la vapeur d'eau , & dont le gaz qui se dégageoit devoit continuellement soustraire une partie considérable , selon les loix de l'évaporation. Si ce n'est pas là la véritable explication du phénomène , on ne peut rien en conclure en faveur de l'existence du phlogistique dans les métaux , puisqu'il faudroit également expliquer pourquoi le phlogistique se dégage dans un cas & se recombine avec le métal dans l'autre.

Je ne m'arrêterai pas à une dispute de mots que M. Keir fait à M. Delaplace sur l'eau qui se trouve dans l'acide sulfurique étendu , & qui n'étant plus retenue dans son état par une affinité assez forte de l'acide , peut se décomposer par l'action du fer , secondée de l'affinité qu'a le fer oxidé pour l'acide sulfurique.

Ce qui est remarquable , c'est que depuis l'impression de cet article de M. Keir , l'opinion de M. Priestley a subi une nouvelle variation qui l'éloigne entièrement de la sienne. On a vu que , selon le dernier mémoire de M. Priestley , l'oxigène ou l'air vital dans l'état naissant for-

moit avec le gaz hydrogène de l'acide carbonique, & que dans l'état élastique il produisoit l'acide nitrique; au contraire, M. Keir reconnoît que le principe charboneux auquel il donne le nom de *base végétale*, entre essentiellement dans la formation de l'acide carbonique, & il prétend que l'oxigène doit former avec l'hydrogène seul, non pas de l'acide carbonique, mais du gaz azote ou de l'acide nitrique, ou quelque'autre modification de cet acide. Il regarde même la très-petite quantité d'acide carbonique que M. Priestley a obtenue dans quelques-unes de ses expériences, comme une substance étrangère à la combinaison qu'ont dû former l'oxigène & l'hydrogène; mais ses propres opinions ont également varié.

Il combat (*page 125*) l'opinion de M. Priestley, qui prétend distinguer les oxides de fer qui sont formés par la combinaison de l'eau avec ce métal des autres oxides qui sont dûs à une combinaison de l'air vital. Il fait très-bien voir que dans toutes les autres oxidations connues l'air vital est absorbé, & se combine avec le métal sans que l'eau soit nécessaire à cette oxidation, ou du moins sans autre eau que celle qui est tenue en dissolution dans l'air. Il rappelle que M. Priestley a reconnu lui-même que l'oxide de fer formé par l'action de l'eau

est exactement semblable à celui qui a été fait dans l'air par la simple exposition à la chaleur. Il prouve que l'oxide de fer qui se fait par le moyen du gaz nitreux, est également dû à la combinaison de l'oxigène qui est séparé de ce gaz, & non à l'eau.

A la page 133, l'oxide de fer formé par l'action de l'eau n'est plus une combinaison de la même espèce que celui qui est dû à la combustion; il y a même entr'eux une différence très-grande : le premier est dépourvu de phlogistique, & le second l'a retenu en entier. Tous les métaux qui s'oxident à l'air ou par la combustion, retiennent également leur phlogistique.

Ici M. Keir distingue de même les dissolutions, & par conséquent les précipités métalliques qui y ont retenu leur phlogistique ou qui l'ont abandonné. Les dissolutions des métaux par l'acide nitrique ont retenu tout leur phlogistique; car il adopte entièrement nos explications sur la formation du gaz nitreux & sur les autres modifications de l'acide nitrique, suivant les proportions d'oxigène qu'il retient; mais le fer dissous dans l'acide muriatique, est privé de tout son phlogistique, & même sans se combiner à aucune portion d'oxigène, puisque l'acide muriatique ne peut point lui en donner.

donner. Si au contraire on dissout dans ce même acide un oxide de fer qui aura été formé par la combustion, cette seconde dissolution contiendra tout le phlogistique du métal.

M. Keir fait toutes ces suppositions qui ne s'allient pas mieux avec les opinions des phlogisticiens qu'avec les autres, sans indiquer une seule propriété qui distingue les dissolutions & les oxides métalliques qui ont retenu leur phlogistique ou qui en sont dépourvus. Il ne les fait que pour éluder la décomposition de l'eau dont il ne discute point, au moins dans cet endroit, les preuves positives qui sont du même ordre que celles de sa composition.

Je ne dois pas finir sans rendre justice à la candeur & à l'honnêteté que M. Keir a mises dans ses discussions ; ce ne sont pas des adversaires qu'il combat, c'est la vérité qu'il cherche : souvent il adopte les explications de ceux qui ont une opinion différente ; souvent il réfute celles des chimistes qui ont des opinions plus rapprochées des siennes.

Si j'ai cru qu'en prenant des expériences rigoureuses pour guide on devoit être conduit à des résultats différens de ceux de M. Priestley & de M. Keir, je n'en ferai pas moins empressé de rendre hommage aux découvertes nombreuses dont le premier a enrichi la physique, &

aux lumières qui doivent mériter au second l'estime des savans ; mais je dois un aveu à la vérité. J'ai résisté moi-même à la doctrine que j'ai adoptée , plus qu'il ne conviendrait à une philosophie qui s'élevroit au-dessus des motifs secrets qui nous tiennent attachés à nos opinions ; & si je me suis permis de la défendre contre des hommes justement célèbres , c'est que je me suis regardé comme étranger à l'heureuse révolution qu'elle produit dans nos connoissances.



EXTRAIT DES OBSERVATIONS

DE MM. ADOLPH, MODEER ET KLAPROTH,
SUR LE SULFURE DE MOLYBDÈNE,

Molybdanum membranaceum :

*Tirées des écrits de la Société des Curieux
de la nature de Berlin , année 1788 , 9^e vol.*

Par M. le Baron DE DIETRICH.

M. MODEER a traité au chalumeau deux variétés du sulfure de molybdène ; l'une de ces variétés venoit de Gersdrum , concession de Colmar en Suède ; elle avoit pour gangue du feld-spath & du quartz ; l'autre avoit été tirée de Lindoes , près d'Aedelfors , & sa gangue étoit du feld-spath pur , elle ressemble assez au premier coup-d'œil au sulfure de molybdène de Gersdrum ; mais elle n'est ni si compacte , ni si brillante , ses lames sont moins souples & son acide ne s'obtient jamais au chalumeau qu'en poudre , au lieu que celui du sulfure de mo-

lybdène de Gersdrum se forme en aiguilles très-déliées. On peut changer ces aiguilles en lames en les mettant dans une cuiller de verre & dirigeant le feu dessous, & faire reprendre à ces lames la forme d'aiguilles en leur appliquant immédiatement la flamme. Si l'on tient long-tems en fusion l'acide molybdique, le métal est attaqué. M. Modeer croit que cet acide existe dans le sulfure de molybdène en plus grande proportion qu'on ne l'a dit : au lieu d'admettre que ce minéral est composé de 55 parties de soufre & de 45 d'acide, il compte sur la proportion inverse.

Lorsqu'on fond au chalumeau du sulfure de molybdène avec le double de son poids de nitre & de soude, il se forme promptement un globule argenté dont l'enveloppe peut induire en erreur ; l'intérieur de ce globule n'est point du métal, & sa surface seule en offre l'aspect.

M. Modeer prétend avoir obtenu en peu de tems du molybdène en traitant au chalumeau & sur le charbon de l'acide molybdique bien dépouillé de soufre, en ménageant d'abord le feu & le renforçant brusquement dès que la fusion commence : il purifie le globule métallique en le refondant avec du borax & de la chaux, & lui donne par ce moyen l'éclat de

l'argent. M. Modeer a envoyé un de ces bou-
tons à la société des curieux de la nature de
Berlin ; il étoit si petit qu'on n'a pu le soumettre
à aucune expérience.

Pour avoir retiré du feld-spath quelques par-
celles d'acide molybdique , M. Modeer se ha-
sarde à penser que l'acide fluorique trouvé par
M. Wiegleb, dans du feld-spath couleur de
chair, pourroit n'être que de l'acide molybdi-
que ; il pousse plus loin sa conjecture , en
soupçonnant que le feld-spath qui sert de gan-
gue au sulfure de molybdène entre aussi dans
ses parties constituantes : il va même jusqu'à
dire que ce dernier pourroit bien n'être qu'un
feld-spath métallisé.

Cet extrait est plus que suffisant pour faire
connoître le travail très-étendu de M. Modeer.
M. Klaproth y a fait des additions que nous
traduisons ici en entier ; elles consistent en ex-
périences faites sur du sulfure de molybdène
qui se trouve à Altenberg en Saxe , dans du
quartz gras.

1°. Ayant fait détonner une once de lames
bien pures de ce minéral avec quatre onces de
nitrate de potasse , M. Klaproth en obtint
une masse blanchâtre ; il la fit dissoudre dans
l'eau , filtra la dissolution & la satura d'acide
nitrique. Il se déposa de l'acide molybdique ,

qui, lavé & séché, pesoit cinq gros & vingt grains ; le sulfure de molybdène donna donc deux tiers de son poids d'acide molybdique. Ce qu'il y a de particulier, c'est que cet acide, en séchant sur le papier de soie, se cristallise communément en aiguilles. M. Klaproth essaya de réduire cet acide dans un creuset de charbon avec plusieurs flux réductifs, & même sans aucun intermède, au feu d'un fourneau à vent & à soufflet, & même au plus terrible feu de porcelaine ; mais ce fut en vain, car il ne put en aucune manière obtenir un bouton métallique.

2°. L'acide molybdique préparé comme on vient de le dire, étant neutralisé par une partie de la base alkaline du nitrate de potasse, & cette circonstance pouvant nuire à la réduction de l'acide, M. Klaproth le prépara par l'acide nitrique concentré. Il versa sur une demi-once de lames très-pures du même sulfure de molybdène, 2 onces d'acide nitrique précipité très-concentré ; il fit évaporer à siccité, versa sur le résidu une pareille quantité d'acide, évapora de nouveau à siccité, remit encore sur le résidu tout l'acide qui avoit passé dans le récipient pendant les deux distillations, & fit encore évaporer à siccité ; le résidu qui étoit blanc devint bleu le lendemain, & communiqua la

même couleur à l'eau dans laquelle on le délaya. L'acide molybdique rassemblé sur le filtre, lavé & séché, pesoit 140 grains; il conserva même, lorsqu'il fut bien sec, une couleur tirant sur le bleu, & les plus petites molécules paroissoient cristallisées en aiguilles très-fines. Le carbonate de potasse dissous, précipita de la liqueur qui avoit passé au filtre, un oxide de molybdène blanc que M. Klaproth parvint à redissoudre en continuant d'y verser de l'alkali. Mais ayant rétabli le point de saturation en ajoutant de l'acide nitrique, cet oxide se précipita une seconde fois; & séché, il pesoit 25 grains; la liqueur furnageante & l'eau d'édulcoration donnèrent peu à peu 225 grains de sulfate de potasse. Ce résultat, joint à d'autres expériences plus positives, le portent à croire que la quantité de soufre contenue dans le sulfure de molybdène est de 40 pour $\frac{100}{33}$. Avec cet acide molybdique pur il répéta les expériences ci-dessus pour le réduire, mais il n'obtint pas la moindre trace d'un bouton métallique. Lorsqu'il fondit l'acide seul dans un creuset brasqué, bien fermé, au feu de porcelaine, cet acide se cristallisa en partie en grandes aiguilles d'une couleur d'argent, qui formoient ensemble une masse informe sans aucune adhérence, & que le doigt seul détruisoit.

Un peu de cet acide qui avoit pénétré à travers la brasque & touché les parois du creuset d'argile, s'y étoit fondu en petits grains scoriformes gris. M. Klaproth réussit aussi peu à obtenir du molybdène de cet acide, qu'à retirer le tungstène pur des tungstates de fer & de chaux.

O B S E R V A T I O N

*Sur un Changement singulier opéré dans
un foie humain par la putréfaction ;*

Par M. DE FOURCROY.

O N ne connoît que très-peu jusqu'actuellement la nature intime ou la composition des différens tissus fibreux qui composent le corps des animaux. Si l'on en excepte les os dont l'analyse a été bien faite par Schéele & par les chimistes qui l'ont suivi, la chair musculaire, les membranes, les tendons, les ligamens, la pulpe cérébrale & nerveuse, le parenchyme des viscères, qu'on a regardé presque comme une seule & même substance plus ou moins travaillée, organisée, animalisée, ne sont point réellement connus; tout annonce que leur matière composante n'est pas la même, que les

éléments qui les forment sont dans des proportions très-différentes, & que leur tissu composé de principes autrement combinés est destiné à différens usages. En attendant que l'analyse exacte ait répondu à ces questions, il faut recueillir avec soin tous les faits qui peuvent y servir. J'ai déjà ramassé plusieurs de ces faits dans différens ouvrages; celui que je vais offrir est de nature à pouvoir répandre quelque lumière sur la bile & les maladies du foie.

Feu M. Poullétier de la Salle qui avoit consacré sa vie à l'étude des sciences utiles, & qui cultivoit sur-tout avec succès l'Anatomie & la Chimie médicinale, avoit exposé à l'air un morceau de foie humain suspendu à une ficelle; ce morceau, sans se détruire par la putréfaction, avoit répandu d'abord une odeur infecte; des larves d'insectes, & sur-tout du dermeste du lard, de la bruche, &c. l'avoient rongé; enfin il s'étoit desséché peu-à-peu & réduit en une matière grise & friable. Il y avoit plus de dix ans qu'il étoit ainsi exposé, & depuis trois ou quatre il ne paroissoit plus subir de nouvelles altérations. M. Poullétier desira de connoître sa nature & le porta dans mon laboratoire en mai 1785. Le premier aspect de ce morceau de foie l'auroit fait prendre pour une substance terreuse, analogue à l'agaric minéral.

Mais en l'examinant de plus près, on y voyoit encore des portions de membranes desséchées & conservant une couleur brune, & des filets vasculaires également desséchés : frotté sous le doigt il étoit gras & doux au toucher, comme une sorte de savon.

L'examen que nous fîmes de ce foie, nous donna des résultats très différens de ceux que son aspect sembloit annoncer.

1°. On en a mis un petit morceau sur un charbon allumé; il s'est d'abord ramolli, il exhaloit une odeur de graisse brûlée; il s'est bientôt tout à-fait fondu, boursoufflé, noirci, & il a laissé une matière charbonneuse, légère, qui, chauffée très fortement, s'est convertie en une cendre blanche. Cette première expérience annonçoit que cette substance animale n'étoit pas réduite à un squelette purement terreux, comme son premier aspect l'auroit pu faire croire, & nous engagea à mettre plus de soin dans son analyse.

2°. Quoique nous ne pussions pas espérer d'obtenir un résultat bien exact de la distillation de cette matière, en raison de la petite quantité que nous pouvions soumettre à cette expérience, nous avons cru devoir la tenter sur une demi-once. Il a passé d'abord quelques gouttes d'une eau blanche d'une odeur fade;

une fumée blanche plus épaisse & manifestement huileuse, a bientôt succédé au premier produit ; cette vapeur s'est condensée en une matière blanche, concrète, adhérente au col de la cornue ; alors il s'est répandu une odeur très-infecte ; l'huile concrète a pris une couleur rousse, on a obtenu un peu de gas hydrogène carboné. Il a paru qu'une grande partie de la substance du foie avoit passé sans décomposition. On a remarqué que l'huile concrète ramassée dans le col de la cornue & dans le ballon, avoit une apparence lamelleuse & cristalline. Les produits n'ont montré aucun caractère d'acide ni d'alkali.

3°. Un gros de ce foie séché a été mis dans deux onces d'eau distillée ; une petite partie parut se dissoudre dans l'eau, à l'aide de la chaleur. Cette dissolution étoit blanchâtre, opaque, elle avoit une légère odeur savonneuse, & présentoit une grande quantité de bulles par l'agitation ; elle avoit une odeur fade & verdissoit sensiblement le syrop de violettes. L'eau de chaux sans la précipiter sensiblement, a rendu son odeur un peu fétide. La portion de foie non dissoute par l'eau, s'est fondue par la chaleur, & s'est cristallisée en se refroidissant. Elle a exhalé une odeur grasse, & a fini par s'enflammer.

4°. On a traité un gros de foie desséché par une once de lessive de potasse caustique à froid, & par la simple trituration, l'alkali a paru agir très-sensiblement sur cette substance; il s'est dégagé une légère odeur d'ammoniaque; la lessive est devenue mousseuse. En chauffant ce mélange, la liqueur a pris une couleur brune, elle exhaloit l'odeur de savon chauffé; après environ un quart d'heure d'ébullition on a filtré la liqueur toute chaude; elle étoit d'une couleur rousse foncée; elle a passé assez bien à travers le papier Joseph. En refroidissant cette dissolution est devenue concrète brune; l'eau distillée bouillante la dissolvoit en toute proportion & sans laisser de résidu; toute la matière du foie avoit été dissoute par l'alkali fixe, même la portion membraneuse & fibreuse que nous y avons décrite. La dissolution dans l'eau moussoit très-fortement par l'agitation; en refroidissant elle s'est troublée & a déposé quelques flocons blancs légers. L'eau de chaux l'a décomposée & précipitée en flocons abondans; les acides en ont opéré de même la décomposition, ainsi que les sels neutres terreux. Il n'étoit pas douteux que l'alkali avoit dissous une matière grasse huileuse, & formé un savon homogène; l'indissolubilité de la matière du foie dans l'eau, ou au moins sa très légère solubilité annonçoit

qu'elle consistoit pour la plus grande partie dans une substance huileuse, concrescible, très-dissoluble dans les alkalis, & formant facilement du savon avec cet ordre de matières salines. Il ne s'agissoit plus que de connoître la nature de cette matière huileuse, & de déterminer si elle n'étoit pas réunie avec quelqu'autre substance animale. L'expérience suivante a répandu beaucoup de lumières sur cet objet.

5°. Un gros de foie humain desséché, réduit par le pilon, en une espèce de poudre grasse, a été traité par deux onces d'alcool, donnant 36 degrés à l'aréomètre de M. Baumé. On a aidé l'action de cette liqueur par une chaleur douce; après deux jours de contact, l'alcool avoit une couleur rousse; une odeur légèrement fétide étoit ajoutée à celle qu'il a coutume de répandre. On a filtré ce liquide pour séparer la portion dissoute de la partie sur laquelle l'alcool n'avoit point eu d'action, une goutte de cette espèce de teinture versée dans l'eau, donna un nuage blanc très-épais, & une précipitation très-sensible. Evaporée dans une capsule de porcelaine, à la chaleur du bain de sable, elle laissa une plaque jaunâtre qui paroissoit au premier coup d'œil être une matière résineuse; cependant l'eau appliquée à cette matière en a dissous une petite partie,

& lui a donné une couleur blanche & une forme grenue qui la faisoit ressembler à une huile grise concrète.

La portion de foie non dissoute par l'alcool, pesoit un demi-gros, après avoir été séché; l'alcool avoit donc enlevé à peu-près la moitié de son poids. Quatre autres onces de ce dissolvant appliquées en deux reprises à ce morceau de foie, en ont dissous encore une partie; il est resté près de 20 grains non dissous; & on reconnut que ce résidu étoit formé de membranes & de vaisseaux qui avoient échappé à l'action de l'alcool. Les parties dissoutes par cette liqueur dans les deux dernières opérations, ressembloient entièrement à la première; l'eau leur enlevait aussi une petite quantité de matière colorante & savoneuse. La substance séparée de la dissolution dans l'alcool par l'eau, & précipitée en flocons blancs, a été examinée à part; c'étoit celle sur laquelle il a paru nécessaire de fixer plus particulièrement son attention. Les propriétés qu'elle a présentées nous ont conduits à un résultat entièrement différent de ce qu'on savoit jusque-là sur l'analyse animale. Nous avons séparé 37 grains de cette substance pure, & débarrassée de la portion dissoluble dans l'eau. Elle étoit d'une couleur jaunâtre, douce & grasse au toucher, comme une

huile concrète ; on l'a mise dans un matras , qu'on a plongé dans l'eau chaude. Elle s'est ramollie & entièrement fondue avant que l'eau fût bouillante ; tout-à-fait liquide , elle avoit une couleur jaune brune , & une légère odeur de cire fondue ; la fétidité qui distinguoit cette substance avant l'action de l'alcool , n'existoit plus après sa dissolution dans cette liqueur ; quand elle a été bien liquéfiée , on l'a coulée dans une capsule de porcelaine ; elle s'est figée en une plaque solide , cassante , très-lisse par sa face attachée à la couverte de la capsule. Elle se cassoit net & avec un petit bruit ; on voyoit dans son intérieur un tissu lamelleux & manifestement cristallisé. L'alcool chaud la dissolvoit complètement ; elle a présenté toutes les propriétés de l'huile animale concrète qu'on nomme dans le commerce *blanc de baleine* ; avec la seule différence qu'elle n'étoit pas aussi sèche , aussi blanche , aussi transparente que le vrai blanc de baleine , & qu'elle étoit d'ailleurs plus dissoluble dans l'alcool , que ne l'est cette huile animale.

6°. On a mis deux gros de foie desséché , coupé en petits morceaux dans un matras , qu'on a tenu dans de l'eau chaude à 68 degrés du thermomètre de Réaumur. Une partie du foie s'est ramollie & s'est fondue ; l'effort de la

pression a séparé la portion d'huile liquéfiée, & cette huile rendue concrète par le froid, présentoit, à très-peu de chose près, les caractères de celle que l'alcool avoit dissoute. Les deux seules différences que nous y avons reconnues étoient 1°. que l'huile extraite immédiatement du foie, avoit plus de couleur & de fétidité que celle que l'alcool avoit enlevée à cette matière animale; 2°. qu'elle contenoit une portion de savon que l'eau avoit séparée de la dissolution alcoolique dans le premier cas.

7°. Cette portion de matière savonneuse, regardée d'abord comme un extrait dans nos premières expériences, a fixé ensuite notre attention; il étoit certain que l'eau comme l'alcool, l'enlevoit au foie desséché; mais il falloit reconnoître exactement sa nature. Le peu de foie altéré que nous avions pour faire nos essais, ne pouvoit pas suffire aux expériences nombreuses, nécessaires pour avoir une connoissance exacte des principes qui formoient ce savon, & de leurs proportions. Tout ce que nous avons pu déterminer; c'est que ce savon paroissoit formé de la même huile concrécible que celle qui avoit été extraite par l'expression, & par l'ammoniaque & la soude. Nous avons même conjecturé qu'ayant l'altération
complète

complète de ce foie & sa conversion totale en substance huileuse concrète ; cette huile étoit d'abord dans l'état savoneux , unie entièrement à la soude & à l'ammoniaque. Ce qui nous a conduits à cette conjecture , c'est que la portion de savon ammoniacal qui restoit encore dans ce morceau de foie , & dont la présence étoit démontrée & par l'odeur ammoniacale dégagée par la chaux vive & par sa dissolubilité dans l'eau , nous a paru être plus abondante dans la portion la plus profonde & la moins exposée à l'air du morceau de foie que nous avons examiné.

Les faits qui ont été exposés ont , comme je l'ai déjà annoncé , été découverts au commencement de l'année 1785 ; ils étoient consignés dans mon Journal d'expériences , & j'attendois d'autres faits analogues , pour les lier à l'ensemble de l'analyse animale ; en un mot , je ne les regardois que comme une simple découverte isolée , lorsqu'en 1786 , une grande occasion d'examiner des matières animales enfouies dans la terre , à toutes les époques , depuis plus de 42 ans jusqu'à quelques mois ; celle de la fouille du cimetière des Innocens m'offrit , dans les débris des corps , un savon ammoniacal formé par une substance huileuse , entièrement analogue à celle qui faisoit la base du foie desséché dont j'ai fait l'histoire.

La nature & les propriétés de ces matières animales converties en une huile semblable au blanc de baleine, unies à une grande quantité d'ammoniaque, feront la matière d'un mémoire qui sera consigné dans l'un des prochains trimestres de nos Annales. Il me suffira d'annoncer ici que la conversion de la substance du foie en une huile concrète analogue au blanc de baleine, n'a plus été pour moi un fait isolé. La lumière la plus vive a tout-à-coup éclairé ce point de l'analyse animale. Il m'a paru démontré que par les progrès d'une décomposition lente, beaucoup de parties molles éprouvoient, dans le corps des animaux morts, une conversion semblable à celle du foie qui fait l'objet de ce mémoire. J'ai reconnu encore que, sans véritable altération putride, le corps des quadrupèdes, & même celui de l'homme, contenoit cette substance huileuse concrète; comme le cerveau & la cavité vertébrale des cétaqués; enfin que dans quelques cas cette matière huileuse se trouve plus abondante, & s'amasse dans plusieurs cavités, où elle forme des concrétions souvent très-nuisibles à l'économie animale. Je dirai ailleurs comment cette substance grasse concrète qu'on extrait si abondamment du corps des cétaqués, diffère de la graisse, ou de la matière adipeuse: je tâcherai

de faire voir ou de déterminer comment la base des organes mous des animaux se convertit en cette espèce d'huile concrète, comment l'ammoniaque se forme en même temps dans le corps des animaux. Je terminerai ici l'histoire du premier des faits qui s'est présenté à moi dans la découverte de cette singulière substance ; & pour ne point interrompre l'ordre des découvertes auxquelles celle-ci m'a pour ainsi dire conduit, je crois devoir joindre à ce mémoire, mes observations sur la nature de la substance feuilletée, trouvée par feu M. Poulletier, dans ses pierres biliaires humaines, & sur celle de quelques concrétions de la vésicule du fiel, qui n'ont point encore été décrites par les médecins.

M É M O I R E

SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES D E L A V I S I O N ;

Par M. M O N G E.

O N fait que les substances colorées transparentes ont la propriété de laisser passer les rayons de lumière de certaines couleurs , & d'intercepter tous les autres ; que , par exemple, le

verre rouge donne passage à la plupart des rayons rouges qui se présentent à sa surface, & qu'il arrête le plus grand nombre de rayons de toutes les autres couleurs. Il sembleroit d'après cela, que, connoissant l'espèce de rayons homogènes qu'une substance colorée transparente peut transmettre, on seroit en état de prévoir les changemens qui doivent s'opérer dans la vision, lorsqu'on regarde les objets au travers de cette substance. Je suppose qu'au travers d'un verre rouge, c'est-à-dire d'un verre qui ait la faculté de laisser passer les rayons rouges d'une certaine teinte, & d'absorber ou de réfléchir tous les autres rayons, on regarde une suite d'objets de différentes couleurs; il semble qu'on pourroit prévoir, par rapport aux corps blancs, que les rayons de toutes les couleurs émanés de leurs surfaces, se réduisant aux seuls rayons rouges en passant par le verre; les images de ces corps seront dans le même cas que si leurs surfaces étoient rouges, & que les altérations occasionnées à leur égard dans la vision par l'interposition du verre coloré, se réduiront, 1^o à une diminution de clarté produite par la suppression des rayons interceptés; 2^o. au changement de couleur du blanc au rouge. Par rapport aux corps rouges de même teinte que les rayons auxquels le verre donne passage, il semble qu'on seroit autorisé à croire

que les rayons envoyés par ces corps ayant la faculté de passer au travers du verre, la vision ne peut éprouver d'autre altération qu'un léger affoiblissement de clarté occasionné par le défaut de transparence du verre ; que d'ailleurs leur couleur doit paroître la même, soit qu'on employe, soit qu'on supprime le verre intermédiaire. Quant aux objets de toute autre couleur, c'est-à-dire qui ne réfléchissent ni rayons blancs, ni rayons rouges, il est bien évident que de tous les rayons qu'ils envoient sur le verre, aucun ne passant au travers de sa substance, ces corps sont dans le même cas que s'ils étoient dans une obscurité parfaite, & qu'ils doivent paroître noirs.

Pour les deux premiers cas, c'est précisément le contraire qui arrive dans l'expérience. Lorsqu'on regarde une suite d'objets de différentes couleurs au travers d'un verre rouge, les corps blancs & les corps rouges paroissent, à la vérité, de la même couleur, mais on ne les voit pas rouges, comme il sembloit naturel de le penser, on les voit blancs.

Le phénomène analogue doit avoir lieu lorsqu'on regarde les objets avec un verre teint en toute autre couleur que le rouge, c'est-à-dire, que quand le verre est de nature à ne laisser passer que des rayons homogènes d'une cer-

tainne espèce, les corps qui ne réfléchissent que des rayons de cette dernière espèce, doivent paroître blancs. J'ai eu entre les mains un verre jaune au travers duquel le papier teint en jaune par de la gomme gutte, paroissoit absolument blanc; mais je dois convenir que les verres de toute autre couleur, comme bleus, verts & violets que j'ai eu occasion de mettre en expérience, ne m'ont jamais présenté de semblables résultats, ce que j'ai cru devoir attribuer principalement à ce que ces couleurs peuvent être produites de plusieurs manières, ou par des rayons homogènes, ou par le mélange de rayons différens. Il pouvoit arriver que si le verre laissoit passer, par exemple, les rayons violets homogènes, les corps violets ne fussent de cette couleur que par un mélange de rouge & de bleu, & réciproquement. Il en est de même pour la couleur verte & pour un grand nombre d'autres, par rapport auxquelles le phénomène dont il s'agit n'a souvent pas lieu, parce que les circonstances ne sont pas celles de l'hypothèse.

Je crois devoir encore observer que l'illusion dont il s'agit est d'autant plus frappante que les objets que l'on regarde au travers du verre coloré, sont plus éclairés, qu'ils sont plus nombreux, & qu'il y en a parmi eux un plus

Grand nombre qu'on sache être naturellement blancs.

On feroit en droit de conclure, d'après l'observation que je viens de rapporter, que dans le jugement que nous portons sur les couleurs des objets, il entre pour ainsi dire quelque chose de moral, & que nous ne sommes pas déterminés uniquement par la nature absolue des rayons de lumière que les corps réfléchissent; puisque l'impression que forme un même rayon produit tantôt la sensation de la couleur rouge, tantôt celle de la blanche, suivant les circonstances. Mais avant que d'entrer dans la discussion que cette matière présente, il est nécessaire de confirmer le phénomène par une observation qui soit plus à la portée de la plupart des observateurs.

Le matin d'un beau jour, quelque tems avant le lever du soleil, & lorsque la clarté est déjà assez grande pour que le ciel soit d'un beau bleu, si on laisse entrer la lumière du jour dans un appartement par une fenêtre ouverte, de manière qu'un objet blanc, par exemple, une feuille de papier, soit en même-tems éclairé, & par les rayons de lumière émanés d'une bougie encore allumée & par ceux que réfléchit l'atmosphère; l'ombre d'un petit corps portée sur la feuille de papier paroît d'un très-

beau bleu , & de la même couleur que le ciel. Cette observation n'est pas nouvelle, elle a été faite il y a très-long-tems , par M. l'abbé de Sauvages , de la société de Montpellier, qui en fit part dans le tems à M. de Buffon. La couleur bleue que présente l'ombre portée sur le papier blanc dans cette circonstance n'a rien d'étonnant ; la partie du papier qui est dans l'ombre , n'est pas entièrement privée de lumière ; elle est éclairée par les rayons que renvoie l'atmosphère & qui sont bleus , du moins pour le plus grand nombre ; l'image qui s'en forme au fond de l'œil est donc faite par des rayons bleus : elle doit donc paroître à peu-près de même teinte que la couleur actuelle du ciel. Mais si dans ce moment, on éteint la bougie, la feuille entière du papier se trouve dans le même cas où étoit un moment auparavant la partie ombrée ; elle n'est plus éclairée que par les rayons de l'atmosphère , elle ne réfléchit plus à l'œil que des rayons bleus , son image au fond de l'œil est formée par des rayons bleus ; elle devrait donc paroître bleue , & de la même couleur que paroïssoit auparavant la partie ombrée , & cependant elle paroît blanche.

Ce qui arrive dans cette observation par rapport aux rayons bleus , auroit lieu pour toute

autre espèce de rayons en général ; c'est-à-dire que quand les objets sont éclairés par des rayons homogènes d'une certaine espèce , les corps blancs qui alors ne reçoivent & ne réfléchissent que des rayons de cette espèce , & qui par cela devroient paroître de la même couleur que celle de ces rayons , sont néanmoins jugés blancs , & que les corps qui sont de la même couleur que les rayons homogènes , ne paroissent pas alors sous leur couleur naturelle , mais sont jugés blancs de la même manière.

Ce phénomène n'est peut-être pas par lui-même d'une très-grande importance , mais si l'explication que je vais essayer de donner , avoit quelque degré de vraisemblance , il en résulteroit une connoissance de plus sur la nature des rayons de lumière.

Lorsque nous jettons les yeux sur un grand nombre d'objets de différentes couleurs, il n'y a pas de partie visible de la surface de ces objets qui, en même-tems qu'elle envoie à l'œil des rayons de la couleur propre du corps auquel elle appartient , n'envoie aussi des rayons de lumière blanche. C'est par ces rayons de lumière blanche que nous jugeons , non pas du contour apparent des objets , parce que ce contour est déterminé par la figure de l'image peinte sur la rétine ; mais que nous jugeons des en-

foncemens , des faillies , & généralement du degré d'obliquité des différentes parties de la surface des corps. Entrons à cet égard dans un plus grand détail.

On sait que quand on regarde des objets dont la surface est cylindrique & polie , par exemple , des bâtons de cire à cacheter de différentes couleurs , il se trouve sur la surface de chacun d'eux une petite bande , parallèle à l'axe & très-étroite , qui ne réfléchit sensiblement que la lumière blanche , & que les bandes voisines de part & d'autre de la première , à mesure qu'elles s'en écartent davantage , réfléchissent de la lumière blanche en moindre proportion , & prennent une teinte qui approche de plus en plus de la couleur propre du corps. C'est pour cela que le peintre , lorsqu'il représente de semblables objets , est obligé d'exprimer la bande dont il s'agit par un trait tout-à-fait blanc , quelle que soit d'ailleurs la couleur de l'objet , & de diminuer ensuite insensiblement la dose du blanc pour les bandes voisines à mesure qu'elles s'écartent davantage de la première.

Il est bien évident que la même chose doit avoir lieu , quelque petit que soit le diamètre du cylindre. Lors donc que l'on regarde une étoffe de laine colorée , de l'écarlate , par

exemple, chacun des brins de laine qui composent son tissu envoie à l'œil, non-seulement les rayons rouges qui déterminent la couleur de l'étoffe, mais encore les rayons de lumière blanche, au moyen desquels on jugeroit de la forme cylindrique du brin, s'il étoit d'un diamètre plus grand, & qui servent en effet à la faire reconnoître lorsqu'on observe le brin au microscope. Le nombre de ces rayons de lumière blanche qui varie par rapport à celui des rayons de la couleur propre, selon l'inclinaison de la surface générale de l'étoffe, à l'égard de l'œil de l'observateur & par rapport à l'objet lumineux, occasionne des différences dans les teintes des portions de la surface, & c'est d'après cette variation, à laquelle nous sommes très-accoutumés, que nous jugeons des enfoncemens, des saillies, & généralement des différens plis de l'étoffe.

La plupart des autres objets colorés sont absolument dans le même cas, & il est facile d'en avoir la démonstration pour quelques-uns d'eux. Par exemple, le cinnabre en masse est, comme on fait, un corps cristallin & d'un rouge brun & obscur; mais lorsqu'on pulvérise cette substance, & qu'en la porphyrisant sur un marbre on la réduit en poudre très-fine, connue dans les arts, sous le nom de vermillon, on

le convertit tout en petits fragmens de cristaux, dont les faces sont brillantes, & capables sous certaines inclinaisons de réfléchir les rayons de lumière blanche. Plus la poudre est fine, plus le nombre des facettes de chaque fragment est grand, & plus aussi le nombre de ces facettes disposées de manière à réfléchir les rayons de lumière blanche est considérable; à mesure donc que la porphyrisation avance, la couleur de la substance doit changer, non pas parce qu'elle réfléchit des rayons d'une autre espèce, mais parce que les rayons de la couleur propre de la substance se trouvent mêlés avec un plus grand nombre de rayons de lumière blanche; & la couleur de la poudre qui résulte de cette opération, doit avoir plus d'éclat & moins d'intensité. Il en est de même des autres poudres colorées que l'on obtient par la pulvérisation des substances cristallines ou vitreuses & en général des matières dont la cassure est brillante. La neige elle-même qui n'est qu'un assemblage irrégulier de petits cristaux de glace dépourvus de couleur propre, n'est de couleur blanche que par les rayons de lumière blanche que réfléchissent les facettes brillantes des cristaux qui la composent.

Ainsi, lorsqu'on regarde un objet peint en rouge par une couche de vermillon, il n'y a

aucune partie sensible de sa surface qui, outre les rayons de lumière propres à la couleur du cinnabre, ne renvoie à l'œil une grande quantité de rayons de lumière blanche; & le nombre de ces rayons qui varie selon l'inclinaison de la surface du corps, & par rapport à l'œil de l'observateur, & par rapport à l'objet lumineux, contribue, sans que nous nous en rendions compte, au jugement que nous portons sur la position de cette surface.

Nous remarquerons en passant que c'est par une raison contraire que le poli rehausse en général & obscurcit les couleurs des pierres, des marbres & des granits. Car le poli en diminuant le nombre des facettes dont les inclinaisons sont irrégulières, diminue aussi le nombre de celles de ces facettes qui réfléchissoient des rayons de lumière blanche; & la couleur de la pierre doit devenir en même-tems & plus intense & plus obscure. Mais si l'on observe d'une part que cet effet est d'autant plus marqué, que le poli approche plus d'être parfait, & de l'autre; que le plus beau poli que les arts puissent produire, est toujours très-grosfier par rapport aux rayons de lumière; on reconnoîtra que dans les surfaces, même des pierres polies, il n'y a aucune partie visible qui ne réfléchisse à l'œil de la lumière blanche.

Ainsi, lorsque nous regardons une suite d'objets de différentes couleurs, nous recevons de la lumière blanche, non-seulement de la part des objets blancs qui se trouvent parmi eux; mais encore de la part de toutes les parties visibles de la surface des autres objets colorés : c'est principalement cette lumière blanche dont la quantité est variable, suivant l'obliquité de la surface des corps, qui nous détermine dans les jugemens que nous portons sur les directions des différentes parties de ces surfaces. Enfin, lors même que parmi les objets que nous voyons il ne s'en trouve aucun qui soit blanc, nous avons toujours le sentiment, non pas du blanc proprement dit, mais de la lumière blanche, par l'éclat qu'elle donne en général aux couleurs, & par les différences qu'elle apporte dans les teintes, suivant l'obliquité des surfaces.

D'après cela, lorsque nous regardons au travers d'un verre rouge, de toute la lumière blanche réfléchie par les objets colorés, & qui, sans l'interposition du verre auroit contribué à la formation des images sur la rétine, il n'y a que les rayons rouges qui traversent le verre & qui arrivent à l'œil; ces rayons sont donc alors les seuls qui, par leur nombre, puissent nous déterminer, & qui nous déterminent en effet dans le jugement que nous portons sur l'obliquité

des surfaces ; ils exercent donc dans la vision la même fonction nécessaire que nous sommes accoutumés à voir exercer aux rayons de lumière blanche , & parce que cela a lieu d'une manière uniforme pour tous les objets que nous avons alors sous les yeux , nous sommes entraînés pour ainsi dire par la multitude des témoignages , & nous sommes forcés de prendre ces rayons pour des faisceaux de lumière blanche. Ensuite tous les autres rayons rouges de même nature que les précédens , devant être pris par une conséquence inévitable , pour des faisceaux de lumière blanche , nous concluons que les corps naturellement blancs & les corps naturellement rouges dont les images sont alors également formées sur la rétine par des rayons rouges , sont les uns & les autres des corps blancs.

Il seroit facile d'expliquer de la même manière pourquoi lorsque les objets sont éclairés par des rayons homogènes d'une certaine espèce , par exemple , par des rayons bleus , les corps blancs & ceux qui sont naturellement de la même couleur que ces rayons , paroissent également blancs. Car ces rayons homogènes étant réfléchis à l'œil de toutes les parties visibles de la surface des corps colorés , comme l'est la lumière blanche dans l'état ordinaire , nous sommes

portés à les prendre eux-mêmes pour les rayons blancs dont ils font alors la fonction , & par conséquent à regarder aussi comme blancs tous les objets qui ne renvoient à l'œil que des rayons de cette espèce.

Ce qui sembleroit confirmer l'explication que nous venons d'apporter , c'est que l'illusion dont il s'agit n'a jamais lieu lorsque le nombre des objets que l'on peut appercevoir au travers du verre rouge est peu considérable , ni lorsque les objets sont peu colorés. En effet si , ayant placé le verre rouge à l'extrémité d'un tuyau non transparent , on regarde par le tuyau & au travers du verre un objet isolé, ou blanc, ou rouge, on ne les voit plus blancs ni l'un, ni l'autre ; on les voit rouges , parce que n'y ayant pas d'objets circonvoisins sur les formes desquels nous soyons déterminés à prononcer, il n'y a rien qui nous oblige à prendre les rayons rouges pour des faisceaux de lumière blanche ; nous ne jugeons plus de la nature des rayons qui existent sur cet organe , qu'en comparant l'impression que nous en recevons, à celle que nous éprouvions le moment d'auparavant , lorsque nous regardions avec l'œil nud , & nous les prenons en effet pour des rayons rouges.

Nous ne savons, pour ainsi-dire, encore rien
sur

sur la nature des rayons de lumière ; nous ignorons à quoi tient la différence des impressions que les rayons de couleurs différentes font sur notre organe ; quelques physiciens, l'attribuent à une différence dans la nature même des rayons ; d'autres pensent qu'elle ne dépend que de la différence des vitesses des molécules de lumière. Quoi qu'il en soit de ces deux opinions qui sont l'une & l'autre sujettes à de grandes difficultés , il paroîtroit , d'après les observations que nous venons de rapporter , que la faculté qu'ont les rayons d'une certaine espèce d'exciter en nous la sensation d'une couleur particulière , ne tient à rien d'absolu , & ne dépend que du rapport de quelques-unes de leurs affections aux affections analogues des autres rayons du système lumineux. Par exemple , si les rayons de lumière ne différoient entr'eux que par leurs vitesses , ce que nous supposons seulement pour un instant , il paroîtroit qu'un rayon pour avoir la faculté d'exciter la sensation de la couleur rouge , n'auroit pas besoin d'avoir une vitesse déterminée ; mais qu'il suffiroit pour cela que sa vitesse eût un certain rapport avec celles des autres rayons du système.

L'observation suivante qui m'a été communiquée par M. Meusnier , donne encore à cette

induction un nouveau degré de vraisemblance.

Lorsque l'intérieur d'un appartement n'est éclairé que par la lumière du soleil , transmise au travers d'un rideau de taffetas rouge , & que ce rideau est percé d'un trou de deux ou trois lignes de diamètre , par lequel la lumière directe peut s'introduire ; si l'on reçoit ce faisceau de lumière sur une feuille de papier blanc , la partie du papier éclairée par la lumière blanche du soleil , & dont l'image au fond de l'œil de l'observateur n'est formée que par des rayons de lumière blanche , semble devoir paroître blanche , & cependant elle paroît d'un très-beau verd. Réciproquement , si dans les mêmes circonstances , au lieu d'un rideau rouge , on emploie un rideau verd , l'image du soleil qui semble encore devoir paroître blanche , puisqu'elle n'est produite & apperçue que par des rayons de lumière blanche , paroît au contraire d'un très-beau rouge. On voit que dans l'un & l'autre cas , la multitude des objets que nous appercevons dans l'appartement , nous forçant à prendre pour des faisceaux de lumière blanche les rayons homogènes réfléchis par tous les points de la surface de ces objets , la lumière blanche elle-même renvoyée par la petite image du soleil , doit nous paroître d'une

autre couleur, puisqu'elle excite en nous une sensation différente. Ainsi les jugemens que nous portons sur les couleurs des objets ne paroissent pas dépendre uniquement de la nature absolue des rayons de lumière qui en font la peinture sur la rétine ; ils peuvent être modifiés par les circonstances, & il est probable que nous sommes déterminés plutôt par la relation de quelques-unes des affections des rayons de lumière, que par les affections elles-mêmes, considérées d'une manière absolue.



OBSERVATIONS GÉNÉRALES

Sur le Calorique & ses différens Effets, & Reflexions sur la Théorie de MM. Black, Crawford, Lavoisier & de Laplace, sur la chaleur animale & sur celle qui se dégage pendant la combustion; avec un Résumé de tout ce qui a été fait & écrit jusqu'à ce moment sur ce sujet;

Par M. SEGUIN.

PREMIÈRE PARTIE.

FAITS GÉNÉRAUX CONCERNANT LE CALORIQUE
ET LES EFFETS QU'IL PEUT PRODUIRE.

CHAPITRE PREMIER.

Du Calorique, de la Chaleur, du Froid, de la Température, du Calorique spécifique & de la Capacité des corps pour contenir le calorique.

1°. JUSQU'A l'époque où l'on a publié la nouvelle nomenclature, le mot *chaleur* a souvent eu une double signification; il servoit in-

distinctement alors à désigner la sensation qu'on éprouve , & le principe inconnu qui le produit (a) : c'est pour séparer la cause d'avec l'effet qu'on a donné le nom de *calorique* à ce principe inconnu , soit qu'on le considère comme une qualité ou comme une substance , & qu'on a réservé les mots *chaleur* & *froid* , pour exprimer les sensations différentes qu'il produit sur nos organes , en vertu de la propriété dont il jouit de se mettre en équilibre dans tous les corps qui sont en contact (b).

(a) Je dois observer que je me servirai dans cet ouvrage de la nouvelle nomenclature ; il est possible qu'elle ne soit pas parfaite dans toutes les parties ; mais on ne peut exiger cette perfection dans l'état actuel de nos connoissances. Une nomenclature ne peut être complète & très-exacte que quand on a formé l'ensemble de tous les faits qui constituent la science , parce qu'alors seulement on peut choisir les expressions qui réunissent les phénomènes analogues les plus généraux. Il n'en est pas moins certain que la nouvelle nomenclature , telle qu'elle est , rend les descriptions plus précises & présente des idées plus nettes des phénomènes chimiques. Ces seuls avantages suffisent pour la faire préférer à l'ancienne.

(b) A l'instant où le docteur Crawford a publié la seconde édition de son ouvrage sur la *chaleur* , la nouvelle nomenclature étoit à peine connue ; les physiciens

2°. La *température* d'un corps est la mesure des dilatations des liquides, dont on se sert pour construire les thermomètres, lorsqu'après avoir obéi aux attractions plus ou moins fortes qui

qui desiroient alors présenter leurs idées d'une manière claire, ne distinguoient la sensation de la cause productrice que par des épithètes; c'est pour cette raison que le docteur Crawford considérant le *calorique* sans avoir égard aux effets qu'il peut produire, le nomme *chaleur absolue*; & que, considéré comme ayant du rapport avec ses effets, il le nomme *chaleur relative*. Il se sert aussi de l'expression *chaleur sensible* pour exprimer un de ces effets.

M. Lavoisier s'est pareillement servi de cette dernière dénomination dans son Abrégé de chimie; mais il s'est apperçu depuis sa publication, qu'en adoptant la nouvelle nomenclature, cette épithète est superflue, pour ne pas dire fausse, en ce qu'elle peut donner l'idée d'une *chaleur insensible*; contradiction frappante, puisque le mot *chaleur* exprime la sensation produite par le *calorique*, & qu'il ne peut exister de sensation insensible. Il est encore bon d'observer que M. Lavoisier s'est quelquefois servi dans le même ouvrage de l'expression *chaleur latente*, synonyme de *chaleur insensible*; mais ce physicien a de même reconnu que cette expression étoit insignifiante en adoptant la nouvelle nomenclature. Il se propose de corriger ces petites inexactitudes lorsqu'il publiera la seconde édition de son Abrégé de chimie.

le maîtrisent , le *calorique* s'est enfin mis en équilibre.

3°. Des corps hétérogènes peuvent contenir d'inégales quantités de *calorique* , quoique leurs *températures* soient les mêmes , & que leurs poids soient égaux : on verra , par exemple , d'après les expériences du docteur Crawford , que si une livre de fer & une livre d'antimoine ont la même *température* ; le *calorique spécifique* du fer est à peu-près double de celui de l'antimoine : lorsque nous comparerons la quantité totale de *calorique* que contient un corps , avec celle que contient un autre corps hétérogène , les poids & les *températures* étant les mêmes , je me servirai de la dénomination de *calorique spécifique* , ou *quantité spécifique de calorique* ; ainsi , suivant le docteur Crawford , le *calorique spécifique* d'une livre de fer à 40 degrés , par exemple , est à celui d'une livre d'antimoine , à la même *température* , comme 2 est à 1 (a).

(a) Le docteur Crawford se sert de la dénomination de *chaleur comparative* ; mais il est aisé de voir qu'elle ne rend pas avec exactitude l'idée que l'on doit y attacher. En effet , un corps ne contient point de *chaleur* , mais le principe , qui , par son action sur nos organes , produit cette sensation.

4°. Puisque des poids égaux de substances hétérogènes ayant la même *température*, peuvent contenir d'inégales quantités de *calorique*, il faut qu'il existe dans la nature de ces corps des différences essentielles qui font que quel-

Comme on ne s'est point encore occupé en France de la détermination du *calorique spécifique*, on n'a pas choisi de dénomination pour représenter la quantité totale de *calorique* que contient un corps comparative-ment à celle que contient un autre corps ; il étoit donc nécessaire pour faire connoître les travaux des étrangers sur cet objet de former une nouvelle expression ; & j'ai cru que la dénomination de *calorique spécifique* pouvoit rendre l'idée que l'on doit y attacher. Il m'a semblé nécessaire de donner pour synonyme à cette expression une dénomination un peu plus longue, parce qu'étant souvent obligé de parler des *quantités spécifiques de calorique* de différens corps, j'aurois cru blesser les oreilles de ceux qui ne sont point accoutumés à ce nouveau langage, en disant les *caloriques spécifiques*. Peut-être cette manière de s'exprimer sera-t-elle un jour adoptée, & alors le langage étant plus précis, les connoissances seront moins difficiles à acquérir.

MM. Lavoisier & de Laplace se sont servis, dans le mémoire qu'ils ont publié sur la *chaleur*, en 1780, de l'expression *chaleur spécifique* ; mais il est bien essentiel d'observer que dans l'acception qu'ils lui donnent elle n'est point synonyme de *calorique spécifique* ; nous le démontrerons dans la note suivante.

ques-uns peuvent rassembler & retenir ce principe en bien plus grande quantité que d'autres ; nous nommerons dorénavant ces différens pouvoirs, *capacités des corps pour contenir le calorique*, ainsi nous dirons que la *capacité* d'une livre de fer à 40 degrés, par exemple, est à celle d'une livre d'antimoine à la même *température*, comme deux est à un. Cet énoncé suppose que les *capacités* sont proportionnelles au *calorique spécifique*, article sur lequel je reviendrai incessamment (a).

(a) Le docteur Crawford nomma ces pouvoirs, *capacités pour contenir la chaleur* ; mais suivant la nouvelle nomenclature, cette dénomination n'est point exacte, par les raisons que l'on peut voir dans la note précédente.

Nous avons vu ci-dessus que l'expression *chaleur spécifique* n'est point synonyme de *calorique spécifique*, & il est bien aisé de le démontrer en rapportant l'acception de chacune de ces deux dénominations. Le *calorique spécifique* désigne la quantité totale de *calorique* que contient un corps comparativement à celle que contient un autre corps. La *chaleur spécifique* exprime le rapport existant entre les quantités de *calorique* nécessaires pour élever la *température* de deux corps hétérogènes du même nombre de degrés ; dans ce sens les rapports entre les *chaleurs spécifiques* sont toujours proportionnels aux rapports qui existent entre les *capacités*, & conséquemment ces deux expressions

5°. La *température*, la *capacité* & le *calorique spécifique*, peuvent être distingués de la manière suivante ; on peut considérer la *capacité* comme une force agissante, ou comme une propriété dépendante de deux causes, de l'af-

présentent la même idée. Il est en effet indifférent de dire que la *capacité* d'un corps, depuis tel degré jusqu'à tel degré, est à celle d'un autre corps dans le même espace, comme quatre est à un, ou que les *chaleurs spécifiques* sont entr'elles dans le même espace comme quatre est à un ; d'autant plus que dans la courte échelle que l'on peut employer pour faire ces expériences, les différences entre les *capacités*, s'il en existe, sont très-peu sensibles ; il pourroit donc être utile de ne se servir que du mot *capacité*, & d'abandonner l'expression *chaleur spécifique*, qui strictement n'est point exacte, & qu'on peut confondre avec celle de *calorique spécifique*.

M. Lavoisier s'est servi, dans son Abrégé de chimie, de l'expression *capacité pour contenir la chaleur* ; mais il a depuis reconnu qu'elle n'étoit point rigoureusement exacte, par les raisons ci-dessus énoncées, & qu'il valoit mieux y substituer celle de *capacité pour contenir le calorique*. Ce célèbre physicien avance dans le même ouvrage, que ces *capacités* sont déterminées par les espaces qui existent entre les molécules des corps ; mais il en résulteroit que les *capacités* suivent le même rapport que les dilatations, ce qui est contraire aux faits. Il est bien vrai, ainsi que je tâcherai de le prouver, qu'à *température égale* le *calorique interposé* est pro-

finité qu'ont les molécules les unes pour les autres , & du pouvoir qu'a le *calorique* de les écarter ; le *calorique spécifique* représente la quantité totale de *calorique* que contient un corps à telle ou telle *température* , & la *température* est désignée par les dilatations ou les condensations produites par le *calorique* dans les liquides dont on se sert pour construire les thermomètres.

6°. Lorsqu'un corps ne change pas d'état, la quantité de *calorique* qu'il contient peut varier, suivant le docteur Crawford, sans que sa *capacité* soit altérée. Cette opinion est fondée sur une supposition ; le docteur Crawford croit d'après les expériences qui seront rapportées dans le troisième chapitre de cette première partie, que la *capacité* des corps est permanente depuis le terme de la congélation de l'eau jusqu'à celui de sa vaporisation ; pourvu cependant qu'ils ne changent pas d'état , quoique

proportionnel aux espaces ; mais on n'en peut pas conclure que les *capacités* sont déterminées par les espaces.

Il faut encore observer que M. Lavoisier , dans son Abrégé de chimie, emploie quelquefois l'expression *calorique spécifique* ; comme synonyme de *chaleur spécifique* ; mais il croit maintenant préférable de donner à ces deux expressions deux acceptions différentes.

cette opinion ne soit appuyée que d'un certain nombre d'expériences, & qu'en les multipliant, on puisse peut-être trouver beaucoup d'exceptions, on ne peut pourtant pas s'empêcher de l'admettre, non pas généralement, mais pour tous les corps sur lesquels le docteur Crawford a opéré, d'autant plus qu'elle est fondée sur des faits qui semblent d'autant plus exacts, que les différences, si toutefois il en existe, sont trop petites pour paroître sensibles : mais il conclut ensuite par induction que les *capacités* des corps sont permanentes à toutes les *températures*, tant qu'ils ne changent pas d'état. C'est cette supposition qu'on ne peut admettre sans preuve; d'autant plus qu'en regardant même comme prouvé que les *capacités* sont permanentes, depuis le terme de la congellation de l'eau, jusqu'à celui de sa vaporisation, les 80 degrés que renferme cette échelle, ne sont qu'une foible fraction de la *température* des solides calculée, à partir du zéro réel, jusqu'aux degrés où ils peuvent individuellement se liquéfier. Quant aux liquides, ces 80 degrés sont une fraction assez considérable du nombre de degrés qu'il faut leur communiquer pour les faire changer d'état; mais pour les fluides, ces 80 degrés sont une fraction très-foible du

nombre qu'il faut leur ajouter pour les élever au plus haut degré de *chaleur*.

7°. On mesure la *chaleur* par l'intensité de la sensation qu'elle produit, & la *température* par les dilatations des fluides dont on se sert pour construire les thermomètres. Quant aux *quantités spécifiques de calorique*, le docteur Crawford les détermine par les changemens de *température*, que d'égales quantités de *calorique* produisent dans des corps égaux en poids; c'est sur ce principe qu'est fondée sa méthode; il croit que le *calorique spécifique* est proportionnel aux capacités, & c'est en raison inverse des changemens de *température*; si, par exemple, la même quantité de *calorique* qui élève la *température* d'une livre de fer d'un degré, est suffisante pour élever celle d'une livre d'antimoine de deux, il en conclut que le *calorique spécifique* du fer est à celui de l'antimoine, comme 2 est à 1. Je me réserve de discuter cette opinion dans les chapitres suivans; j'observerai seulement ici qu'elle est fondée en partie sur la permanence des *capacités*; tant que les corps ne changent pas d'état.

8°. Lorsqu'on veut déterminer le *calorique spécifique* de différens corps, on peut les considérer comme ayant des poids égaux & des

températures égales, ou comme ayant des volumes égaux & même *température* ; & les résultats de ces comparaisons seront plus ou moins différens, suivant que la différence entre la pesanteur spécifique des substances comparées, sera plus ou moins grande. Le docteur Crawford & MM. Lavoisier & de la Place, ont, dans le cours de leurs ouvrages, calculé les *quantités spécifiques de calorique*, en les rapportant à des poids égaux des substances comparées.

9°. Nous avons observé ci-dessus que les changemens produits dans les *températures* de différens corps par d'égales quantités de *calorique*, sont plus ou moins grands, suivant que les corps chauffés ont une moindre ou plus grande *capacité pour contenir le calorique*. La *température* d'un corps dépend donc de la quantité de *calorique interposée* ; mais cette quantité dépend de la *capacité*, & conséquemment la *température* doit varier par un changement de *capacité*. Le docteur Crawford admettant la permanence des *capacités*, croit que la *température* d'un corps dépend en partie de la quantité de *calorique* qu'il contient, & en partie de sa *capacité*, & que conséquemment la *température* peut varier, ou par un changement dans la nature du corps, ou par une augmentation ou diminution de son *calorique*.

Si le changement, dit-il, provient de la première de ces circonstances, on en pourra conclure que, dans le même corps, la *température* peut changer, quoique le *calorique spécifique* n'éprouve pas de changement. Pour admettre cet énoncé, il faut supposer que les *capacités* sont permanentes à toutes ces *températures*, tant que les corps ne changent pas d'état, qu'il n'entre pas de *calorique* dans les compositions des molécules des corps, & que conséquemment l'absorption de *calorique* observée pendant les changemens d'état, provient seulement d'un changement de *capacité*; je discuterai dans les chapitres suivans, ces différentes opinions.

10°. Si la propriété dont jouit le *calorique* de se répartir dans tous les corps, jusqu'à ce qu'ils aient acquis la même *température*, n'étoit pas troublée par des causes sans cesse agissantes, la *température* de tous les corps de la terre deviendrait enfin uniforme, & alors le *calorique* seroit dans un état de repos.

11°. Le docteur Pallas rapporte que dans les déserts de la Sibérie, pendant une gelée très-forte, le mercure se gela dans un thermomètre exposé à l'atmosphère. Les expériences décisives qui ont été faites à la baye d'Hudson, par M. Hutchius, prouvent que pour faire ge-

ler le mercure, il faut un froid de 32 degrés au-dessous de zéro : à l'instant où le docteur Pallas a fait ses observations, la *température* de l'atmosphère en Sibérie étoit donc de 32 degrés. On peut en conclure qu'à la *température* ordinaire de l'atmosphère, les corps contiennent une grande quantité de *calorique*.

12°. La quantité de *calorique* que contient un corps, dont toutes les molécules ont la même *température*, est proportionnelle à sa masse; si deux livres d'eau, par exemple, contiennent une certaine quantité de *calorique*, une livre à la même *température*, n'en contiendra que la moitié.

13°. Les sensations de *chaleur* & de *froid* ne sont que relatives; elles dépendent de l'équilibre de *température*. Un corps quelconque peut en même-tems produire de la *chaleur* & du *froid* pour deux personnes mises dans des situations différentes.

14°. Beaucoup de corps dans la nature peuvent subir trois modifications, la solidité, la liquidité & la fluidité. Ces modifications dépendent du pouvoir qu'a le *calorique* de vaincre l'attraction qu'ont les molécules des corps les unes pour les autres; mais ce pouvoir est ensuite modéré par la pression plus ou moins forte de l'atmosphère.

CHAPITRE SECOND.

Les dilatations & les condensations du mercure dans le thermomètre sont à peu près proportionnelles entre le terme de l'ébullition de l'eau & celui de sa congellation, aux quantités de calorique communiquées ou enlevées à un corps quelconque, pourvu qu'il ne change pas d'état.

CE fut M. de Luc qui rechercha le premier le rapport existant entre les augmentations de calorique, & les dilatations des liquides dont on se sert pour construire les thermomètres. Il observa qu'en mêlant d'égales quantités d'eau froide & d'eau chaude, la quantité de calorique produisant les différences entre les températures, se divisoit également entre ces deux portions; si les dilatations de mercure, dit-il, sont proportionnelles aux quantités de calorique communiquées, un thermomètre doit, après le mélange, indiquer la moyenne arithmétique: il mêla de l'eau à 6 degrés, avec une égale quantité du même liquide à 75, & il observa qu'en plongeant un thermomètre dans le mélange, cet instrument indiquoit toujours quelque peu moins que la moyenne arithmétique; mais cette différence n'étoit pas de plus de $\frac{26}{100}$ de degré.

Il répéta cette expérience à différentes *températures*, & obtint toujours le même résultat; il en conclut que le thermomètre est à très-peu-près une mesure exacte de la *chaleur*.

Les expériences de M. de Luc ont été répétées par le docteur Crawford; les thermomètres dont il s'est servi, étoient gradués sur l'échelle de Farenheit, & chaque degré étoit divisé en dix parties égales; les résultats de ses différentes expériences qui ont été faites avec le plus grand soin, prouvent 1°. qu'en mêlant d'égales quantités d'eau froide & d'eau chaude, le thermomètre à mercure indique toujours, à très-peu-près, la moyenne arithmétique; 2°. qu'en variant les proportions d'eau froide & d'eau chaude les, *températures* indiquées après le mélange, par le thermomètre, correspondent pareillement, à très-peu-près, avec celles qui sont indiquées par le calcul; 3°. qu'en mêlant de la même manière d'égales quantités d'huile de lin à différens degrés, la véritable *température* surpasse toujours un peu la moyenne arithmétique; 4°. que les dilata-tions de l'air ne correspondent pas avec les quantités de *calorique* communiquées; 5°. enfin que les dilata-tions du mercure étant à très-peu-près proportionnelles aux quantités de *calo-*

rique communiquées, le thermomètre à mercure est une mesure exacte de la *chaleur*.

Cette dernière conséquence ne peut être rigoureusement vraie, qu'autant 1°. que les *capacités* des corps sont permanentes, tant qu'ils ne changent pas d'état, depuis le terme de la congellation du mercure jusqu'à celui de sa vaporisation; 2°. que les dilatations du mercure sont, dans le même espace, proportionnelles aux augmentations de *calorique*. Il faut absolument, pour que le thermomètre soit une mesure exacte de la *chaleur*, que ces deux propriétés soient réunies.

Mais les expériences du docteur Crawford, en les supposant de la dernière exactitude, abstraction faite des corrections qui sont nécessaires pour les sources d'erreur dont sa méthode est susceptible, prouvent seulement que la *capacité* des corps qu'il a soumis à l'expérience, est permanente, depuis le terme de la congellation de l'eau, jusqu'à celui de la vaporisation, & que les dilatations du mercure sont, dans le même espace, proportionnelles aux augmentations de *calorique*. Il faudroit donc de nouvelles expériences pour prouver que le thermomètre à mercure est une mesure exacte de la *chaleur*, depuis le terme de la congellation jusqu'à celui de son ébullition.

Admettons cependant que le thermomètre jouisse de cet avantage , & voyons quelle utilité on en pourroit tirer, par rapport aux *températures*.

Si le mercure ne se geloit point, & si l'échelle du thermomètre commençoit au zéro réel, on ne pourroit pas déterminer la quantité de *calorique* que contient le mercure, lorsqu'il est dilaté jusqu'à telle ou telle hauteur ; mais il seroit possible de représenter cette quantité par un nombre quelconque , ce nombre seroit déterminé par les divisions de l'échelle : on pourroit alors s'énoncer clairement en disant que la *température* d'un corps qui dilate le mercure de six degrés, par exemple, est double de celle d'un autre corps qui ne le dilate que de trois ; ainsi , même dans cette supposition, on n'auroit que des rapports de *température*, & non des déterminations exactes de quantités absolues de *calorique* ; mais cette supposition est démentie par les faits ; les divisions du thermomètre ne commencent qu'au terme de la congellation du mercure ; les augmentations de *température* sont donc des fractions inconnues de la *température* réelle ; conséquemment dans l'état actuel de nos connoissances , on présente une idée très-fausse , en disant que la

température d'un corps est double ou triple de celle d'un autre corps.

Ainsi en admettant le concours des circonstances les plus favorables , le thermomètre à mercure ne peut , quant aux *températures* , que déterminer si celle d'un corps est plus haute que celle d'un autre corps , depuis le terme de la congellation du mercure , jusqu'à celui de sa vaporisation. Quant à la propriété qu'on lui attribue de mesurer exactement la *chaleur* , il n'en peut jouir de même que dans ce court espace.

CHAPITRE TROISIÈME.

Les capacités des corps pour contenir le calorique sont , suivant le docteur Crawford , à très-peu près permanentes tant qu'ils ne changent pas d'état.

L'ON dit que la *capacité* d'un corps est permanente , lorsque la même quantité de *calorique* qui l'élève d'un certain nombre de degrés , mesurée sur un thermomètre dont les dilatations sont proportionnelles aux augmentations de *calorique* , l'élève du même nombre de degrés à toute autre *température*.

L'on dit , au contraire , que la *capacité* est

augmentée ou diminuée, lorsqu'après ce changement, il faut lui communiquer une plus ou moins grande quantité de *calorique*, pour qu'il dilate également le mercure du thermomètre.

Nous avons vu dans le chapitre précédent, 1°. que les dilatations du mercure sont proportionnelles aux augmentations de *calorique*, depuis le terme de la congellation de l'eau, jusqu'à celui de son ébullition; 2°. qu'en plongeant un thermomètre à mercure dans un mélange d'eau froide & d'eau chaude, il indique à très-peu-près la moyenne arithmétique.

Le docteur Crawford tire de ces deux énoncés les conclusions suivantes; 1°. que les dilatations du mercure sont proportionnelles aux augmentations de *calorique*, depuis le terme de la congellation, jusqu'à celui de sa vaporisation; 2°. que la *capacité* de l'eau est permanente, tant qu'elle ne change pas d'état.

La première de ces conclusions est une supposition, puisque les expériences du docteur Crawford prouvent tout au plus que les dilatations du mercure sont proportionnelles aux augmentations de *calorique*, depuis le terme de la congellation de l'eau, jusqu'à celui de son ébullition. La seconde est une conséquence juste, que l'on est obligé d'admettre; en effet,

les divisions du thermomètre sont égales entr'elles. Si donc les dilatations du mercure sont proportionnelles aux quantités de *calorique* communiquées, la *température* d'un mélange de parties égales d'eau froide & d'eau chaude, étant égale à la moyenne arithmétique, la *capacité* de l'eau doit être permanente.

Il est bien remarquable que la permanence de *capacité* de l'eau, & la dilatabilité du mercure proportionnelle aux augmentations de *calorique*, servent mutuellement à se démontrer; si l'une de ces propriétés n'existoit pas, il ne seroit pas possible de prononcer l'existence de l'autre.

Il est cependant très-possible que dans la courte échelle qu'emploie le docteur Crawford, les différences dans les *capacités* des corps & dans les dilatations du mercure se compensent ou disparaissent par les corrections multipliées que le grand nombre d'incertitudes dont cette méthode est susceptible, rend indispensables.

Les dilatations du mercure nous paroissant donc proportionnelles aux augmentations de *calorique*, depuis le terme de la congélation de l'eau, jusqu'à celui de sa vaporisation, & la *capacité* de ce dernier liquide pouvant être regardée comme à très-peu-près permanente, tant qu'elle ne change pas d'état; on peut, en

s'en servant pour terme de comparaison, déterminer si la *capacité* d'autres corps est permanente aux *températures* intermédiaires aux termes de la congellation & de l'ébullition de l'eau. Supposons , par exemple , qu'on mêle une livre d'eau à dix degrés , avec une livre de fer à trente , & que dans cette circonstance la *température* du mélange soit de vingt degrés ; si , en répétant l'expérience , la *température* de l'eau étant de dix degrés , & celle du fer étant de soixante , la *température* du mélange se trouve de trente-cinq degrés , on pourra conclure que la *capacité* du fer est permanente à tous les degrés intermédiaires , aux termes de la congellation & de l'ébullition de l'eau.

Le docteur Crawford a fait , d'après ce principe , beaucoup d'expériences sur les oxides & les métaux , & il croit , d'après ses résultats , que la *capacité* des corps , lorsqu'ils ne changent pas d'état , est permanente à tous les degrés intermédiaires aux termes de la congellation & de l'ébullition de l'eau ; il conclut ensuite par induction , que la *capacité* des corps est permanente à toutes les *températures* , tant qu'ils ne changent pas d'état.

Il est essentiel d'observer que le docteur Crawford n'a opéré que sur un certain nombre de substances , si en continuant ce travail sur

tous les corps de la nature, & d'après la même méthode, ils présentent tous le même résultat, sans aucune exception, ce qui est peu vraisemblable, on en pourra tirer la conséquence que les *capacités* des corps sont permanentes, tant qu'ils ne changent pas d'état à toutes les *températures* intermédiaires aux termes de l'ébullition de l'eau & de la glace fondante, pourvu toutefois que dans cette courte échelle, les petites différences, s'il en existe, ne soient pas effacées par les corrections multipliées que l'on est obligé de faire. Mais pourroit-on de ces faits conclure que les *capacités* de tous ces corps sont permanentes à toutes les *températures*, tant qu'ils ne changent pas d'état ? je le répète, ce n'est-là qu'une supposition qui, dénuée de preuves, peut n'être point admise par ceux qui se font un devoir de ne rien déduire au-delà de l'expérience.

CHAPITRE QUATRIÈME.

Les corps exposés à la chaleur absorbent , pendant leur liquéfaction ou leur vaporisation , une quantité de calorique qui n'augmente pas leur température , & qui se dégage lorsqu'ils se liquéfient ou se solidifient.

Ce fut le docteur Black qui découvrit ce fait important en 1756 ; ce célèbre physicien fit à peu-près , dans le même tems , beaucoup d'expériences décisives & ingénieuses pour établir cette vérité ; M. de Luc les a depuis inférées dans son traité sur la météorologie.

1°. Si l'on mêle une livre d'eau à zéro , avec une livre de même liquide à 61,22 degrés , la *température* du mélange est de 31 degrés à peu-près ; mais si l'on mêle une livre de glace à zéro , avec une livre d'eau à 62,22 degrés , la *température* du mélange est zéro (a).

(a) D'après les expériences de MM. Lavoisier & de Laplace , une livre d'eau à 60 degrés peut fondre totalement une livre de glace , & la *température* du mélange est alors zéro ; proposition qu'on peut énoncer de la manière suivante , indépendamment des divisions arbitraires des poids & du thermomètre : *La quantité de calorique nécessaire pour fondre la glace est égale*

2°. Si l'on mêle une livre d'eau à zéro avec une livre de glace à $-62,22$ degrés, l'eau est solidifiée en entier, & la *température* du mélange est zéro.

Ces deux expériences prouvent que la quantité de *calorique* dégagé d'une livre d'eau pendant sa congellation, est précisément égale à celle qui est absorbée par la liquéfaction d'une livre de glace.

Il est aisé, d'après cela, d'expliquer le phénomène suivant, que le docteur Black observa, je crois, le premier.

3°. Si la *température* de l'air du lieu, étant à quelques degrés au-dessous de zéro, on expose à l'atmosphère de l'eau purgée d'air, elle s'abaisse de quelques degrés au-dessous de zéro sans perdre sa liquidité; mais si-tôt qu'on

aux trois quarts de celle qui peut élever le même poids d'eau de la température de la glace fondante à celle de l'eau bouillante.

Suivant les expériences de M. Wilke, il faut $57,73$ degrés pour fondre la glace.

Nous avons donc trois nombres différens pour la détermination de la fusion de la glace.

	degrés.
Docteur Black.....	$62,22$
MM. Lavoisier & de Laplace.....	60
M. Wilke.....	$57,33$

l'agite, il y a une portion qui se gele, & la *température* du mélange contenant de la glace & de l'eau s'élève à zéro.

4°. Le docteur Black a aussi prononcé que l'eau en se vaporisant, absorbe une certaine quantité de *calorique* qui n'augmente pas la *température*.

Ce célèbre physicien découvrit cette seconde vérité, en faisant sur l'eau, à une haute *température*, une expérience qui lui offrit un phénomène remarquable.

Ayant élevé dans une machine à Papin la *température* d'une certaine quantité d'eau, beaucoup au-dessus du 80° degré, il ouvrit un robinet adapté à cette machine; aussi tôt une partie de l'eau s'est vaporisée, & la *température* de celle qui restoit dans le vaisseau se trouva de 80 degrés (a). Cette vérité peut encore être

(a) La quantité de *calorique* dégagée d'un poids quelconque de vapeur aqueuse augmente pendant sa condensation, & déterminée, d'après les expériences de M. Watt, est assez considérable pour élever la *température* d'un poids égal d'une substance non évaporable, ayant la même *capacité* que l'eau de 405 degrés.

Je vais décrire l'appareil dont s'est servi M. Watt, parce qu'il peut être employé à déterminer la *chaleur* qui se dégage pendant la décomposition de quelques

démontrée par un grand nombre d'autres expériences.

5°. L'eau perdant, pendant sa congellation, une partie de son *calorique*, il est aisé de con-

vapeurs, en prenant cependant quelques précautions nécessaires.

1°. Un vase couvert dans lequel doit bouillir l'eau.

2°. Un tube de métal de 5 à 6 pieds de long, partant du haut de ce vase, s'élevant obliquement, & se terminant en un tube recourbé vers le bas.

3°. Un second vase qui contient de l'eau à la *température* du lieu, & qui doit recevoir le bec du tube à une certaine période de l'opération. Ce vase & son eau sont exactement pesés; il est couvert pour que l'évaporation ne diminue pas la quantité de son eau durant l'expérience.

4°. Un petit vase placé au-dessous & vers le bas du tube, en communication avec celui-ci. Ce vase est destiné à recevoir l'eau que les vapeurs déposent dans le tube, & qui y coule en rétrogradant vers le premier vase.

Il faut de plus déterminer la *capacité* du second vase, & la quantité de *calorique* qu'il communique à l'atmosphère lorsque sa *température* est plus haute que celle du milieu environnant.

On fait bouillir l'eau du premier vase, & quand ses vapeurs s'échappent avec abondance par le bec du tube, on le plonge dans l'eau du second vase, qui reçoit ainsi l'eau & le *calorique combiné* des vapeurs; on a soin d'agiter, afin que toute la masse ait toujours un même

cevoir pourquoi la *température* de ce liquide, qui, exposé à un degré de froid au-dessous de zéro, devient en partie solide lorsqu'il est agité par les vents, s'élève au même instant jusqu'à zéro, & reste alors stationnaire, jusqu'à ce qu'il soit entièrement gelé.

Comme le dégagement du *calorique* dépend immédiatement, dans cette circonstance, de la congellation, il est évident que ce dégagement doit être proportionnel à la quantité d'eau gelée; mais comme la congellation de l'eau dépend du pouvoir refroidissant du milieu environnant, la quantité de glace est proportionnelle à ce pouvoir; ainsi l'eau communique du *calorique* au milieu environnant, & absorbe en même-tems celui qui se dégage de la portion qui se gèle; mais comme cette communication est égale à l'absorption, la *température* du mélange d'eau & de glace ne doit point varier.

C'est aussi pour cette raison que la glace fondante, l'eau bouillante, & la vapeur aqueuse pendant sa condensation, ont une *température*

dégré de *chaleur*. L'expérience étant terminée, on pèse de nouveau le second vase, après quoi, toute correction faite, on détermine la quantité de *calorique* nécessaire pour vaporiser l'eau. On peut employer cette méthode pour beaucoup d'autres substances.

stationnaire ; dans toutes ces circonstances la quantité de *calorique* absorbée ou dégagée , est précisément égale à celle qui est communiquée ou enlevée.

On peut conclure de ces faits , que quand des corps exposés à la *chaleur* ou au *froid* , ont pendant leur changement d'état , une *température* fixe , ils absorbent ou communiquent du *calorique*.

Le docteur Black a trouvé que le suif , le blanc de baleine , la cire & la poix résine ont une *température* fixe , lorsqu'ils éprouvent un changement d'état par la liquéfaction ou par la congellation.

6°. Le docteur Crawford tire de ces diverses observations , la conclusion générale que *les corps exposés à la chaleur , absorbent en se fondant ou se vaporisant , une quantité de calorique nécessaire à leur liquéfaction ou à leur vaporisation , mais qui n'augmente pas leur température , & que pendant les changemens opposés , ils perdent les quantités de calorique qu'ils avoient précédemment absorbées.*

MM. Lavoisier & de Laplace énoncent ce principe de la manière suivante. *Toutes les variations de chaleur , soit réelles , soit apparentes , qu'éprouve un système de corps en changeant d'état , se reproduisent dans un ordre inverse lorsque le système repasse à son premier état.*

7°. 1°. Si les tems. que deux portions du même liquide emploient à se geler sont égaux, les quantités de glace seront directement proportionnelles aux pouvoirs refroidissans. 2°. Si les pouvoirs refroidissans sont égaux, les quantités de glace seront entr'elles comme les tems de la congellation. 3°. Conséquemment, si les tems de la congellation & les pouvoirs refroidissans sont inégaux, les quantités de glace seront entr'elles comme les tems multipliés par les pouvoirs. 4°. Les tems seront donc entr'eux comme les quantités de glace divisées par les pouvoirs; 5°. & si les quantités de glace sont égales, les tems seront en raison inverse des pouvoirs.

Le docteur Crawford indique le moyen pour déterminer les rapports existans entre les quantités de *calorique*, que des poids égaux de corps hétérogènes perdent pendant leur congellation, d'après le tems qu'ils mettent à se geler lorsqu'ils sont exposés à des pouvoirs refroidissans égaux.

Il faut observer cependant que cet énoncé demande à être expliqué : tous les corps ne changent pas d'état à la même *température*; ces changemens sont infiniment variés. Si, par exemple, on opère sur deux liquides, & si l'un se solidifie à l'instant où la *température* répond

pond au deuxième degré du thermomètre, tandis que l'autre éprouve ce changement, lorsque sa *température* répond à la division de l'échelle que l'on a nommée zéro ; il faudra que si le premier de ces liquides est exposé à un milieu dont la *température* soit zéro, le second, pour être exposé à un pouvoir refroidissant égal, soit placé dans un milieu dont la *température* soit 2 degrés. Ce n'est qu'en prenant ces précautions qu'on peut tirer quelque utilité de l'énoncé ci-dessus. Ajoutons que pour rendre cette méthode exacte, il faudroit encore pouvoir enlever les couches de glace à mesure qu'elles se forment, sans cela la glace formée empêcheroit le liquide qui est au-dessous, de se geler si promptement.

8°. Le docteur Crawford pense que l'absorption du *calorique*, pendant la fusion & la vaporisation, provient seulement d'une augmentation de *capacité*. Mais si l'absorption provient de ce changement, ce n'est qu'après qu'il est effectué, que le *calorique* peut être absorbé ; la *capacité* change donc nécessairement avant qu'il y ait absorption ; mais pour que cet effet ait lieu, il faut que le corps éprouve quelque autre changement ultérieur, dont celui ci n'est qu'une conséquence. Quelle est donc la cause qui augmente la *capacité* dans ces cir-

constances ? Est-ce une combinaison du *calorique* avec les molécules ? Dans ce cas l'absorption de *calorique* proviendrait en partie d'une combinaison réelle, & en partie de l'augmentation de *capacité* produite par cette même combinaison. Il seroit donc nécessaire, pour appuyer l'hypothèse du docteur Crawford, d'examiner, 1°. quelle est la cause qui augmente la *capacité* ; 2°. s'il y a entre l'eau & la glace, une différence de *capacité* à laquelle on puisse attribuer l'absorption totale du *calorique*, pendant la liquéfaction ou la vaporisation. On a trouvé, ou du moins on soupçonne que la *capacité* de la glace est à celle de l'eau comme 9 est à 10 ; mais comme les *capacités* ne sont pas proportionnelles au *calorique spécifique*, on ne peut pas prouver par ce rapport que l'absorption de *calorique* provient seulement d'un changement de *capacité* ; il faudroit pour réaliser cette hypothèse, connaître le *calorique spécifique* de la glace fondante, & démontrer que l'absorption du *calorique*, pendant sa liquéfaction, en est une partie aliquote, égale au rapport des deux *capacités*. Mais au lieu de suivre cette marche, les partisans de cette hypothèse concluent le *calorique spécifique* de la glace de cette absorption même de *calorique* qu'ils devroient

expliquer ; cette supposition n'est donc appuyée d'aucune preuve concluante ; d'ailleurs le phénomène s'explique d'une manière bien plus simple & bien moins forcée , par l'admission de la combinaison du *calorique*. Cette opinion est adoptée par le docteur Black, MM. de Luc, Lavoisier, de Laplace, le chevalier Landriani, & beaucoup d'autres. Ces physiciens ne l'ont admise qu'après y avoir mûrement réfléchi.

CHAPITRE CINQUIÈME.

Il faut d'inégales quantités de calorique pour produire des changemens égaux de température dans des poids égaux de corps hétérogènes.

1°. Si l'on veut augmenter d'un degré la *température* d'une livre d'eau & celle d'une livre de mercure , il faudra employer d'inégales quantités de *calorique*.

2°. Si l'on mêle quatre livres d'oxide d'antimoine blanc par le nitre (antimoine diaphorétique) à quatre degrés avec une livre de glace à zéro , la *température* du mélange sera de 2 degrés : si l'on mêle 4 livres du même oxide à zéro , avec une livre de glace à 4 degrés,

la *température* du mélange sera également de 2 degrés.

En répétant ces expériences à différentes *températures*, on obtiendra toujours le même résultat. Il en résulte, suivant le docteur Crawford, qu'une livre de glace & quatre livres d'oxide d'antimoine blanc par le nitre, contiennent d'égales quantités de *calorique*; mais 4 livres d'oxide contiennent quatre fois autant de *calorique* qu'une livre; conséquemment le *calorique spécifique* d'une livre de glace est à celui d'une livre d'oxide comme 4 est à 1; mais si l'on mêle une livre de glace à zéro, avec une livre d'oxide d'antimoine blanc par le nitre, à — 10 la *température* du mélange sera de 2 degrés, la glace sera refroidie de 2 degrés, & la *température* de l'oxide sera élevée de 8; le changement produit dans la *température* de la glace est donc au changement produit dans celle de l'eau,

comme..... 1 est à 4
mais nous venons de voir que le
calorique spécifique d'une livre de
glace, est à celui d'une livre d'o-
xide, comme..... 4 est à 1

Conséquemment les *quantités spécifiques* de *calorique* de poids égaux de glace & d'oxide d'antimoine blanc par le nitre sont, suivant le

docteur Crawford, en raison inverse des changemens produits dans leur *température*, lorsqu'on les mêle à différens degrés.

3°. Le docteur Crawford s'est servi de cette méthode pour déterminer les *quantités spécifiques de calorique* de différens corps, en les mêlant à différens degrés, & observant les changemens qui sont produits dans leur *température*.

Cette manière de déterminer le *calorique spécifique* est fondée sur deux suppositions ; 1°. que les *capacités* de tous les corps sont permanentes à toutes les *températures*, tant qu'ils ne changent pas d'état ; 2°. que le *calorique* qui est absorbé pendant la liquéfaction & la vaporisation, ne se combine point, & que cet effet provient seulement d'un changement de *capacité*. Nous venons de voir dans les chapitres précédens, que rien n'appuyoit ces deux énoncés, & qu'ils ne pouvoient être regardés, dans l'état actuel de nos connoissances, que comme des hypothèses, d'autant plus que l'examen des faits porte à croire qu'elles sont opposées à la vérité. La méthode du docteur Crawford, quoique très-ingénieuse, ne peut donc à la rigueur remplir le but qu'il s'étoit proposé, à moins qu'on ne prouve, 1°. la permanence des *capacités* à toutes les *températures*, tant

que les corps ne changent pas d'état ; 2°. l'absorption du *calorique* pendant la liquéfaction & la vaporisation produite seulement par un changement de *capacité*. Si l'on ne pouvoit que le premier de ces énoncés , on ne pourroit déterminer , d'après cette méthode , que le *calorique interposé* , celui qui influe sur la *température*.

C H A P I T R E S I X I È M E .

De la nature du calorique.

On n'a point encore déterminé d'une manière exacte , la nature du *calorique*. Quelques personnes pensent que c'est un être simple , dépendant de lui seul , répandu par-tout en grande quantité , & dont quelques effets ont de l'analogie avec ceux que produit la *lumière* , tandis que d'autres en diffèrent essentiellement.

D'autres physiciens , mais en bien plus petit nombre , pensent qu'il n'existe point de substance à laquelle on puisse donner le nom de *calorique* , & que la *chaleur* n'est que le résultat des mouvemens insensibles des molécules de la matière.

MM. de Lavoisier & de Laplace , dans le

mémoire qu'ils ont publié sur la *chaleur*, ne décident point entre les deux hypothèses. « Plu-
» sieurs phénomènes, disent-ils, paroissent fa-
» vorables à la seconde; tel est, par exemple,
» celui de la *chaleur* que produit le frottement
» de deux corps solides; mais il en est d'autres
» qui s'expliquent plus facilement dans la pre-
» mière: peut-être ont-elles lieu toutes deux
» à la fois. Ils observent en outre, au sujet de
» la dernière supposition, que dans tous les mou-
» vemens dans lesquels il n'y a point de chan-
» gement brusque, il existe une loi générale
» que les géomètres ont désignée sous le nom
» de *principe de la conservation des forces vives*;
» cette loi consiste en ce que dans un système
» de corps qui agissent les uns sur les autres
» d'une manière quelconque, la *force vive*,
» c'est-à-dire, la somme des produits de chaque
» masse, par le carré de sa vitesse, est cons-
» tante. Si les corps sont animés par des *forces*
» *accélératrices*, la *force vive* est égale à ce
» qu'elle étoit à l'origine du mouvement, plus
» à la somme des masses multipliées par les
» carrés des vitesses dues à l'action des *forces*
» *accélératrices*. Dans la seconde hypothèse, la
» *chaleur* est la *force vive* qui résulte des mou-
» vemens insensibles des molécules des corps;
» elle est la somme des produits de la masse

» de chaque molécule , par le carré de sa
» vitesse.

» Cette manière d'envisager la *chaleur* ex-
» plique facilement pourquoi l'impulsion directe
» des rayons solaires est inappréciable , tandis
» qu'ils produisent une grande *chaleur* : leur im-
» pulsion est le produit de leur masse par leur
» simple vitesse ; or, quoique cette vitesse soit
» excessive , leur masse est si petite que ce
» produit est presque nul ; au lieu que leur
» *force vive* étant le produit de leur masse par
» le carré de leur vitesse , la *chaleur* qu'elle
» représente est d'un ordre très-supérieur à ce-
» lui de leur impulsion directe. Cette impul-
» sion sur un corps blanc qui réfléchit abon-
» damment la *lumière* , est plus grande que sur
» un corps noir , & cependant les rayons so-
» laires communiquent au premier une moin-
» dre *chaleur* ; parce que les rayons , en se
» réfléchissant , emportent leur *force vive* qu'ils
» communiquent au corps noir qui les ab-
» sorbe ».

Quelques personnes enfin croient que le *calorique* n'est point un être simple. Suivant M. de Luc , c'est un composé de *lumière* , & d'une base qui nous est inconnue dans son état de liberté, ou que du moins nous obtenons peut-être sans nous en douter.

On peut objecter à cette opinion que le *calorique* n'ayant pas de poids sensible, la pesanteur de sa base doit conséquemment être nulle. Mais nos expériences ne prouvent pas véritablement que la *lumière* ; le *calorique* & plusieurs autres substances ne sont pas pesantes ; elles indiquent tout au plus que les instrumens dont on se sert ne sont pas assez délicats pour déterminer cette pesanteur. Il est donc très-probable que le *calorique*, & conséquemment sa base (si toutefois il est composé), ont une pesanteur quelconque ; notre idée se refuse à l'existence d'un corps dont la pesanteur est absolument nulle.

Si l'on regarde le *calorique* comme un composé binaire, on ne peut point reconnoître sa base par l'augmentation de poids des substances auxquelles elle pourroit s'unir ; parce que sa pesanteur est pour nous insensible ; mais on devroit au moins la distinguer, après cette combinaison, par l'existence de quelque nouvelle propriété.

Il est vrai que les Physiciens à qui l'on feroit cette objection, pourroient répondre que cette conséquence est extrêmement juste ; mais que pour l'appuyer, il faudroit qu'on connût tous les principes qui entrent dans la composition des corps, & qu'on fût au point d'at-

tribuer à chacun les effets qu'il doit produire.

Les belles expériences de Schéele & de MM. Berthollet, Chaptal, Dorthes, Priestley & Ingen-Houfz prouvent que la *lumière* a une influence directe sur les corps; mais de quelle manière agit-elle? se combine-t-elle dans quelques circonstances avec l'oxigène, pour former un composé trinaire, qui est l'air vital; ou s'unit-elle à la base du *calorique* qui peut être contenue dans les corps; & n'est-ce point ce premier changement qui contribue aux changemens ultérieurs? quelle est son influence dans quelques autres circonstances? s'unit-elle seule aux molécules des corps? en dégage-t-elle quelque principe? Comme nous n'avons encore aucune expérience directe qui puisse entraîner notre décision à cet égard, ces différentes opinions ne sont pour nous qu'hypothétiques, & conséquemment, on ne peut en admettre aucun exclusivement.

Quoi qu'il en soit, il n'est pas permis, en bonne physique, de supposer un être quelconque, il ne faut admettre que ceux dont on peut démontrer l'existence; on peut se refuser, avec raison, aux explications même les plus satisfaisantes, lorsque la base sur laquelle elles sont fondées, n'est appuyée d'aucun fait

démontré. La base du *calorique* ne nous étant donc point connue , & aucune des expériences qui ont été faites jusqu'à ce moment , ne pouvant pas même nous la faire soupçonner , nous pouvons regarder l'opinion que le *calorique* est un composé , comme une véritable supposition : & telle est sa nature qu'elle ne peut être appuyée d'aucune probabilité.

Je ne parle point ici de l'analogie qui peut exister entre les gaz , les vapeurs & le *calorique* , analogie qui , quoique très-frappante , ne peut cependant prouver la combinaison de cette dernière substance , puisqu'il faut des faits & non des analogies , pour appuyer une conséquence.

Il est possible aussi que la *lumière* n'agisse pas sur tous les corps de la même manière ; qu'elle se combine quelquefois avec cette base supposée du *calorique* , & quelquefois avec d'autres principes. Il est de même possible qu'elle entre seule dans la composition de certains corps , & qu'elle soit essentielle à leur nature ; mais il faut encore bien du tems pour distinguer les véritables causes , & peut-être sommes-nous bien éloignés d'une théorie complète sur cet objet.

Il est toujours certain que les trois opinions que nous venons d'énoncer , ne sont qu'hypo-

thétiques , puisqu'il est impossible de les démontrer d'une manière rigoureuse, & que jamais peut-être nous n'arriverons à ce degré de connoissance. Les expériences n'étant donc pas assez multipliées pour compléter un corps de science , & conséquemment pour établir une bonne théorie, nous ne pouvons dans l'état actuel des connoissances, assurer que telle ou telle explication est la meilleure ; nous devons conséquemment nous restreindre , pour l'avancement de la science , & principalement pour en faciliter l'étude aux commençants, à présenter , en rapprochant les faits , les causes immédiates qui les produisent ; je vois donc qu'il peut être nécessaire de rapporter toutes les explications d'un même phénomène, & de s'étendre sur-tout sur celle qui paroît la plus probable; cette méthode trouveroit peut-être alors moins de contradicteurs, & les opposans de la nouvelle doctrine n'objecteroient plus qu'on forme une théorie complète quand on n'a qu'un certain nombre de faits , qui peuvent tout au plus donner plus de probabilité à telle ou telle opinion.

Il me semble donc qu'il est essentiel pour l'intérêt de la science, de ne point admettre sur la nature du *calorique*, aucune opinion exclusive , jusqu'à ce que nos connoissances soient

plus étendues : je rapporterai les explications qu'on peut donner des différens faits , ayant grand soin d'observer qu'aucune explication ne peut être générale , que quand , après avoir réuni tous les phénomènes , on ne voit pas d'anomalies.

Je ne rapporterai point ici ce qu'on a écrit pour prouver les deux premières hypothèses ; je ne ferois que répéter ce que chacun connoît ; je me contenterai donc de présenter bien brièvement quelques réflexions de M. de Luc.

Ce physicien ne croit pas que les rayons solaires soient *calorifiques* ; il fonde cette opinion sur ce qu'en un même lieu , dans la même saison , ou en différens lieux , à même latitude , il existe des différences très-frappantes dans la *température*. L'intensité de la *chaleur* dépendant , suivant lui , de la base à laquelle la *lumière* doit se réunir , il est possible que la quantité de cette base soit variable dans un même lieu , & constamment différente en divers lieux à même latitude , à cause des différences du sol.

C'est probablement , suivant lui , dans l'atmosphère que les rayons solaires forment le nouveau *calorique* qui doit remplacer celui qui se détruit sans cesse ; or , comme l'état de l'atmosphère varie beaucoup dans les mêmes lieux ,

il est possible de concevoir que ces variations augmentent ou diminuent cette base de *calorique* ; de sorte que les *températures* locales éprouvent des changemens considérables, quelquefois d'une heure à l'autre, & que les *températures* comparatives des mêmes saisons en éprouvent de la même manière.

C'est, ajoute-t-il, dans les couches inférieures de l'atmosphère que se forme le nouveau *calorique* ; ce qui explique le phénomène remarquable de la moindre *chaleur* des couches supérieures, quoiqu'elles soient traversées pour le moins autant que les inférieures par la somme des rayons solaires incidens & réfléchis.

Toutes ces opinions ne sont que des conjectures qui ne seront réalisées que quand elles seront appuyées par des expériences exactes.

CHAPITRE SEPTIÈME.

Réflexions sur les différences qui existent entre les capacités, & sur la dilatabilité ; la chaleur, le froid, la température, la fusion, l'évaporation, la combustion & les affinités.

QU'IL me soit permis d'expliquer comment je conçois qu'il peut exister des différences dans ces *capacités*, & comment on peut les apprécier.

1°. Quelle que soit la cause qui produise les affinités, il est certain qu'elles existent & qu'elles sont infiniment variées, soit entre les molécules homogènes, soit entre celles qui ne le sont pas. L'expérience nous indique que plus on écarte les molécules d'un corps, & plus l'attraction qu'elles ont entr'elles diminue; mais on ne fait pas également si cette diminution d'attraction est proportionnelle à la dilatation, & si dans différens corps l'attraction plus ou moins forte des molécules homogènes dépend de leur écartement. Observons encore que le *calorique* est compressible, qu'il jouit du pouvoir d'écarter les molécules, & de vaincre conséquemment l'affinité qu'elles ont les unes avec les autres; que tous les corps de la nature ont des pores plus ou moins grands, & qu'ils absorbent ou communiquent en changeant d'état une quantité de *calorique* qui n'est point sensible au thermomètre; d'après ces vérités, nous pourrions donner une explication satisfaisante des *capacités* plus ou moins grandes des corps, de leur *dilatabilité*, de la *chaleur*, du *froid*, de la *température*, de la *fusion*, de la *vaporisation*, de la *combustion* & des *affinités*.

2°. Supposons, pour la facilité de l'explication, qu'il soit possible de retirer tout ce qui peut se trouver entre les pores d'un solide

quelconque, & qu'on possède du *calorique* à un degré quelconque d'expansion, si vous en faites entrer dans les pores de ce corps, vous arriverez au point de les remplir parfaitement, & de *calorique* interposé entre les molécules sera au même degré d'expansion que celui qui a servi à faire l'expérience : si vous en ajoutez encore, le *calorique* sera de plus en plus comprimé, jusqu'à ce qu'enfin la compression soit proportionnelle à l'affinité des molécules les unes pour les autres. Jusqu'à ce moment les molécules sont restées à la même distance, & le *calorique* n'a point satisfait la propriété dont il jouit de les écarter ; l'équilibre est alors établi ; mais il se produira une dilatation sitôt que vous détruirez cet équilibre en appliquant une nouvelle quantité de *calorique* : ces molécules s'écarteront de manière que la compression du *calorique interposé* soit proportionnelle à l'attraction des molécules. Si vous ajoutez une nouvelle quantité de *calorique* égale à la précédente, il est possible que la dilatation ne suive pas le même rapport ; mais l'équilibre s'établira toujours entre la compression du *calorique interposé* & l'attraction de molécule à molécule. Ainsi, plus vous diminuerez l'affinité, & moins le *calorique interposé* sera comprimé. En répétant toujours la même opération, vous arriverez
enfin

enfin au point où s'opérera la liquéfaction ; ce changement aura lieu à l'instant où l'affinité des molécules les unes pour les autres sera moins forte que celle qu'elles ont pour s'unir avec le *calorique* ; elles obéiront donc à cette nouvelle affinité en vertu de sa supériorité , & il faudra communiquer du *calorique* jusqu'à ce que la liquéfaction soit totale.

3°. Observons ici qu'avant ce changement nous ne considérons qu'un espace plus ou moins grand rempli par du *calorique* plus ou moins comprimé, mais non combiné ; il est cependant possible , & même très-vraisemblable , qu'il entre dans la composition de chaque molécule des corps solides, une certaine quantité de *calorique* nécessaire à leur nature , & qui perd par cette combinaison toutes ses qualités distinctives. Nous rapporterons ci-après des faits qu'il est impossible d'expliquer si cette combinaison n'a pas lieu , & nous reviendrons sur cet objet en parlant de la combustion & de la détonnation.

4°. Jusqu'au moment de la liquéfaction, ce n'est donc qu'une simple interposition ; mais pendant ce changement c'est une nouvelle combinaison opérée en vertu d'une affinité supérieure. Ces molécules du solide s'unissent avec une certaine quantité de *calorique* pour former

un liquide ; ce *calorique* est absolument nécessaire à la nature de ce nouveau corps : ce liquide a des pores qui seront remplis par le *calorique* qui étoit avant la liquéfaction interposé entre les molécules du solide, de telle manière que l'écartement entre les molécules du nouveau composé soit à très-peu près égal à celui qui exisoit entre celles du solide qui la produit.

5°. Nous pouvons donc regarder dans tout liquide quelconque deux portions de *calorique* bien distinctes ; l'une qui, agissant sur le thermomètre, détermine la température ; & l'autre qui n'y produit aucun effet. Il est nécessaire pour distinguer ces portions, de leur donner des expressions différentes ; c'est ce qui m'engage à considérer le *calorique* dans trois états, & d'employer des épithètes pour les distinguer ; ainsi, je me servirai des expressions *calorique libre*, *calorique interposé* & *calorique combiné*.

6°. Si vous ajoutez de nouveau *calorique* au liquide que vous avez formé, vous le dilatarez, & l'attraction diminuée des molécules se mettra en équilibre avec la compression du *calorique*, jusqu'à ce qu'enfin la vaporisation ait lieu ; ce changement s'opérera à l'instant où l'affinité des molécules des liquides, les unes pour les autres, fera moindre que celle qu'elles ont pour

le *calorique* ; il faudra donc en ajouter jusqu'à ce que le changement soit total , & alors les molécules du nouveau composé seront à peu près à la même distance que celles du liquide qui la produit.

7°. Jusqu'ici nous avons vu que la compression du *calorique interposé* étoit toujours égale à l'attraction des molécules les unes pour les autres ; c'est en vertu de cette propriété que le *calorique* tend à se mettre en équilibre ; il parvient à cet état quand il est également comprimé , & c'est pour satisfaire à cette égalité de compression qu'il réduit tous les corps à la même *température*. Les *températures* dépendent donc de la compression du *calorique* ; mais comme les attractions sont proportionnelles aux compressions , les *températures* seront les mêmes quand les attractions seront égales , parce qu'alors le *calorique* étant également comprimé de part & d'autre , il sera dans un état d'équilibre ; ainsi , les molécules homogènes de deux corps qui ont la même *température* , ont entr'elles séparément le même degré d'attraction.

8°. Nous venons de voir que les liquides & les fluides contenoient deux portions de *calorique* ; l'une n'est qu'interposée , tandis que l'autre est réellement combinée. Il y a tout lieu de présumer que les solides obéissent aux mêmes

loix ; quoi qu'il en soit , comme nous exprimons par l'expression *calorique spécifique* , la quantité de *calorique* que contient un corps comparativement à celle que contient un autre corps , il s'en suit que pour déterminer le *calorique spécifique* des liquides , des fluides , & peut-être des solides , il faut connoître la quantité de *calorique combiné* ; ces deux portions réunies forment le *calorique spécifique*.

9°. Il est bien reconnu que pendant le changement d'état des corps la *température* reste stationnaire ; mais nous venons de démontrer que les *températures* de deux corps ne peuvent être égales qu'autant que leurs molécules ont entr'elles séparément la même attraction , & conséquemment que la compression du *calorique* est égale de part & d'autre. Nous pouvons en conclure que dans la fusion de la glace , par exemple , les molécules de l'eau ont entr'elles , à l'instant de leur formation , la même attraction que les molécules de la glace à l'instant de la liquéfaction. Il en est de même pendant l'ébullition de l'eau.

10°. Il ne suffit pas de donner les causes de la liquéfaction & de la vaporisation , il faut encore expliquer les changemens des fluides en liquides , & des liquides en solides ; c'est ce dont je vais m'occuper. La vaporisation de l'eau

n'a lieu que quand l'attraction de ses molécules les unes pour les autres, est moindre que celle qu'elles ont pour le *calorique*. Mais l'attraction des molécules diminue par la dilatation, & leur affinité supérieure pour le *calorique* a lieu à un degré d'affinité constant. Si l'on rapprochoit alors les molécules en diminuant le *calorique interposé*, la vaporisation ne s'opérerait point ; il y a donc entre les molécules de l'eau un maximum d'écartement qui détermine l'évaporation. Il faut donc que les molécules de la vapeur soient à la même distance à l'instant de sa formation, que les molécules de l'eau à l'instant de la vaporisation. Si vous diminuez cet écartement en enlevant un peu de *calorique*, les molécules de l'eau qui ne sont plus à leur maximum d'écartement, auront plus d'affinité entr'elles que pour le *calorique*, & alors s'opérera la liquéfaction des vapeurs : il en est de même pour le changement des liquides en solides. On peut me faire une objection qui, au premier coup-d'œil, paroîtroit très-concluante, mais qu'il est aisé de renverser ; on peut m'objecter que les molécules de l'eau devant être à l'instant de leur formation à la même distance que celles de la glace à l'instant de la liquéfaction, de même que les molécules des vapeurs devant être au moment de leur formation à

la même distance que les molécules de l'eau prête à se vaporiser, il n'y a pas de raison pour que l'eau occupe plus ou moins d'espace que la glace, & pour que les vapeurs occupent beaucoup plus d'espace que l'eau. J'observerai d'abord qu'il n'est point encore bien prouvé que l'eau occupe moins d'espace que la glace, que ce n'est peut-être qu'une apparence opérée par des causes secondaires, & qu'il seroit possible de supprimer; d'ailleurs, cette différence est si peu considérable, qu'elle ne peut servir de preuve. Quant aux vapeurs, la différence est trop sensible pour qu'on s'y méprenne, & c'est pour cette raison que je vais chercher à l'expliquer. Les molécules des vapeurs aqueuses sont composées, 1°. des molécules de la glace; 2°. du *calorique* qu'il a fallu successivement leur communiquer pour les liquéfier & les vaporiser: cette quantité de *calorique* comprend le *calorique combiné* & le *calorique interposé*. Rien n'indique que dans cette circonstance le *calorique combiné* soit comprimé, & quand il le seroit, il est bien certain qu'il doit augmenter le volume de chaque molécule. Les molécules de l'eau doivent donc être plus grosses que celles de la glace, & les molécules des vapeurs plus grosses que celles de l'eau; mais comme les molécules de la glace n'absorbent pendant leur

liquéfaction que 60 d. environ de *chaleur*, tandis que l'eau, en se vaporisant, en absorbe 405, la différence entre les molécules des vapeurs & de l'eau doit être bien plus grande que celle qui existe entre les molécules de l'eau & de la glace, d'autant plus que les molécules des vapeurs contiennent outre les 405 degrés qui sont nécessaires à leur formation, les 60 degrés environ qu'il a fallu communiquer à la glace pour la liquéfier; ainsi, par ce seul motif, les molécules des vapeurs doivent être beaucoup plus grosses que celles de l'eau, puisqu'elles contiennent sept fois à peu près autant de *calorique*; elles doivent donc occuper plus d'espace.

11°. Les changemens d'état n'ont pas lieu dans tous les corps à la même *température*, ils dépendent de leur nature & des affinités plus ou moins fortes que les molécules ont entr'elles. L'affinité qu'elles ont pour le *calorique* détermine aussi plus ou moins promptement ces changemens; mais ce qui est général, c'est l'augmentation d'affinité de molécule à molécule opérée par la pression de l'atmosphère; cette pression s'oppose à son écartement, & conséquemment retarde l'instant de leur changement d'état; si vous la supprimez, les changemens s'opéreront plus promptement. C'est pour cette raison que de l'éther mis sous la machine pneu-

matique se vaporise lorsque le vuide est fait ; les molécules sont alors plus écartées , & se trouvent à la distance où elles ont plus d'affinité pour le *calorique* qu'entr'elles , & alors il se produit du *froid* , parce qu'il y a formation de vapeur.

12°. Nous sommes maintenant en état de fixer d'où dépendent les différences dans les *capacités*. Les *capacités* de deux corps sont égales lorsqu'ayant la même *température* & leur communiquant la même quantité de *calorique* , la compression se trouve égale dans l'un & l'autre corps. La *capacité* d'un corps est d'autant plus grande , qu'il faut , à *température* égale , lui communiquer plus de *calorique* pour établir une égale compression ; les *capacités* dépendent donc des attractions des molécules homogènes , & les forces qu'il faut employer pour les égaliser désignent ces *capacités*. Il faut , pour que la *capacité* d'un corps soit permanente , que la même quantité de *calorique* qui diminue l'affinité des molécules d' $\frac{1}{100}$, par exemple , la diminue de la même fonction à toute autre *température*. La permanence des *capacités* où les différences qui peuvent exister entr'elles dépendent donc des diminutions d'affinité & de l'espace compris entre les molécules. Ainsi , à moins que les *capacités* ne soient permanentes , elles

ne peuvent représenter les quantités de *calorique interposé* ; & à bien plus forte raison le *calorique spécifique*. Quand la compression du *calorique* est en raison inverse de l'écartement, la quantité de *calorique interposé* est égale. Lorsque le *calorique* est également comprimé, c'est-à-dire, lorsque les *températures* sont égales, les quantités de *calorique interposé* sont comme les espaces. Il paroît constant que les liquides sont plus dilatables que les solides, & les fluides plus que les liquides ; mais il n'est point encore prouvé que les *capacités* suivent la même loi.

13°. Quand deux corps ont la même *température*, l'attraction respective qu'ont entr'elles les molécules homogènes est égale (a). Nous pouvons donc exprimer ces affinités par le nombre de degrés qui désigne la *température* réelle. Si, par exemple, le zéro réel est à 600 degrés au-dessous du terme de la congélation de l'eau, on pourra exprimer l'attraction des molécules d'un corps dont la *tempéra-*

(a) Cette proposition peut, au premier abord, paroître invraisemblable ; mais je supplie le lecteur d'y réfléchir mûrement, de séparer toutes les causes, & j'ose me flatter qu'alors il sera de mon avis.

ture est de 10 degrés au-dessus du zéro du thermomètre par le nombre 610 (a). Si deux corps hétérogènes forment un nouveau composé à une *température* de 50 degrés au-dessus du terme de la glace fondante, on exprimera l'affinité qu'ont ces deux corps entr'eux par le nombre 650 ; en observant que plus le nombre qui désigne l'affinité est considérable, & moins l'attraction est forte. Si l'un des ingrédients d'un composé binaire en contact avec un autre corps, se combine avec lui pour former un nouveau composé à la *température* de 30 degrés du thermomètre, on exprimera cette attraction par le nombre 630. S'il étoit possible d'isoler tous les corps que nous regardons comme simples, de les réunir deux à deux, & de remarquer les degrés où ces nouvelles combinaisons ont lieu, on auroit les nombres exprimant les affinités des corps deux à deux, & conséquemment on pourroit, d'après la méthode indiquée par MM. Cavendish, de Fourcroy & Bergman, déterminer avec exactitude les affinités simples & doubles. Quant aux af-

(a) Je rapporterai dans la seconde partie toutes les tentatives qui ont été faites pour déterminer le zéro réel.

finités plus compliquées , on n'y parviendra qu'en séparant toutes les causes ; demande presque impossible à remplir. Il faut seulement observer qu'en suivant la méthode de MM. Cavendish , de Fourcroy & Bergman , ce seroit le nombre le moins considérable qui détermineroit la décomposition ou la non-décomposition. Commençons par les affinités simples. Soit un composé binaire $\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ & un corps simple mis en contact , dont l'affinité avec a soit exprimée par le nombre 660 ; si la *température* réelle du composé binaire est de 650 degrés , la décomposition n'aura pas lieu ; mais à la *température* de 660 degrés passés , le corps simple s'unira avec a , & formera un nouveau composé.

Quant aux affinités doubles , il faut un peu plus de réflexions. Soit deux sels $\mathbf{1} \left\{ \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c \\ d \end{pmatrix} \right\} \mathbf{2}$,

soit leur *température* exprimée par le nombre 620 , on aura pour la somme de l'affinité de leurs molécules , le nombre 1240 ; soit l'affinité de a pour c exprimée par 610 , & celle de b pour d par 615 : ces deux nombres réunis forment un total de 1225. Ce nombre étant plus petit que 1240 , la décomposition doit

s'opérer. Si l'affinité de a pour c étoit de 610, & celle de b pour d de 625, il y auroit encore décomposition, parce que cette réunion ne formeroit qu'un nombre de 1235.

Cette méthode est suffisante pour les sels; mais pour les autres composés binaires, il faut faire une double opération pour déterminer si la décomposition doit ou ne doit pas avoir lieu. Sup-

posons toujours deux composés $\left\{ \begin{array}{c} \textcircled{a} \quad \textcircled{c} \\ \textcircled{b} \quad \textcircled{d} \end{array} \right\}$,

soit de même la somme des *températures* 1240, soit l'affinité de a pour c exprimée par 630, & celle de b pour d par 615; alors il ne doit point y avoir de décomposition, parce que 1245 est plus fort que 1240 : mais en renversant l'ar-

rangement & mettant 1 $\left\{ \begin{array}{c} \textcircled{a} \quad \textcircled{d} \\ \textcircled{b} \quad \textcircled{c} \end{array} \right\}$ 2, soit

l'affinité de a pour d de 615, & celle de b pour c de 620; alors il doit y avoir décomposition, parce que nous avons dans ce cas 1235. Je pourrois m'étendre davantage sur cet objet; mais je crois que le lecteur intelligent pourra, d'après ces foibles idées, découvrir les conséquences qu'on en peut déduire; je me propose d'ailleurs de suivre ce travail, il est déjà commencé, mais je rencontre à chaque

pas de grandes difficultés, & il me faudra bien du tems pour les surmonter.

Jé dois cependant, avant de finir cet article, faire une observation qui peut détruire des objections mal fondées. Les molécules de deux corps ayant la même *température*, ont entre elles séparément la même affinité. Si donc, pent-on m'objecter, un troisième corps en décompose un des deux à cette *température*, il doit également décomposer l'autre. J'observerai que cette conséquence n'est pas juste. En effet, supposant deux corps *a* & *b* dont la *température* soit de 10 degrés au-dessus de zéro, leur affinité respective sera représentée par le nombre 610. Soit un troisième corps dont l'affinité de molécule à molécule soit pareillement exprimée par le numéro 610, & dont l'affinité pour *b* soit exprimée par le nombre 609, alors la décomposition aura lieu; mais si son affinité pour *a* est de 620, il faudra élever les deux derniers corps à la *température* de 20 degrés au-dessus de zéro pour produire la décomposition. Les décompositions dépendent donc des affinités des molécules hétérogènes; & conséquemment deux corps qui ont la même *température*, & conséquemment la même affinité respective, peuvent n'être point décomposés tous les deux par un troisième à cette *température*; mais à des degrés très-éloignés.

14°. Nous avons vu ci-dessus que les différences dans les *températures* dépendoient des différences dans les compressions du *calorique*, & que les attractions entre les molécules homogènes devoient s'égaliser pour ramener les corps à la même *température*. C'est en vertu de cette propriété, qu'il se produit de la *chaleur* ou du *froid* dans quelques mélanges qui forment de nouvelles combinaisons.

Pendant un mélange quelconque, il peut se produire de la *chaleur* ou du *froid*, soit par diminution ou augmentation de volume, soit par augmentation ou diminution d'affinité des nouvelles molécules, comparativement à celle qu'avoient les molécules homogènes les unes pour les autres; soit par une addition ou diminution du *calorique*, combiné avec les molécules du nouveau composé, comparativement à celui que contenoient les molécules avant leur union; soit enfin par la réunion de ces différentes causes. Il est impossible, dans l'état actuel de nos connoissances, de séparer ces diverses circonstances, & de déterminer la véritable raison de chaque phénomène; mais il n'en est pas moins vrai que ce sont les causes ci-dessus énoncées qui produisent la *chaleur* & le *froid* que l'on observe dans la combinaison de l'alcool, de l'acide sulfurique & du muriate

de soude avec l'eau, & dans un grand nombre d'autres mélanges.

15°. L'explication que je viens de donner des divers phénomènes, ci-dessus énoncés, m'est personnelle; mon opinion pouvant être hypothétique, je ne la présente pas comme une vérité démontrée; j'observerai seulement que j'ai cela de commun avec toutes les opinions que l'on a eues jusqu'à ce moment sur cet objet, & qu'on aura peut-être par la suite; les faits sont bien observés; mais ils ne sont pas encore assez nombreux pour établir une véritable théorie; le plus grand effort que l'on puisse faire est de réunir en faveur de l'opinion que l'on adopte, un plus grand nombre de probabilités; nous ne devons donc pas, dans ce moment, admettre d'opinion exclusive; mais on peut & on doit, pour l'intérêt de la science, rassembler sous un même point de vue, les diverses explications, & laisser à chacun la liberté de choisir celle qui lui semble préférable; c'est souvent du choc des opinions que naissent les lumières, & c'est là le seul bien que peuvent opérer réellement les systèmes, & principalement leur réunion; c'est d'après cette considération que je me suis permis de présenter une manière de voir, qui, comme toutes celles qui ont pour

but d'expliquer les phénomènes ci dessus énoncés , n'est qu'hypothétique.

Je vais de même présenter les différentes opinions que l'on a eues jusqu'à ce moment sur la combustion , en observant toujours que je n'en admetts aucune exclusivement , & que je ne les réunis que pour faire naître aux personnes intelligentes , des idées qui pourront compléter une théorie.

16°. Nous avons vu ci - dessus qu'en rapprochant les molécules de l'eau , elles arrivent enfin aux degrés de rapprochement où les molécules de la glace ont plus d'affinité entr'elles que pour le *calorique* ; c'est par la même raison , suivant ceux qui regardent le *calorique* comme un simple composé , que s'opère sa décomposition. Si l'on rapproche les molécules de sa base , tellement qu'elles aient plus d'affinité entr'elles qu'avec la *lumière* , elles s'uniront alors , & la *lumière* se dégagera librement.

17°. Quelle que soit l'opinion que l'on adopte sur la nature du *calorique* , il paroît certain que la *lumière* qui se dégage pendant la combustion , provient , sinon totalement , du moins en grande partie , de la décomposition de l'air vital. Cet air est donc composé de *lumière* , de *calorique* & d'oxygène. Si la *lumière* n'est point partie
constituante

constituante du *calorique*, il faut qu'elle soit ou interposée entre les molécules de l'air vital, ou combinée avec elle ; mais dans l'un & l'autre cas, comme il y a dans l'air vital du *calorique interposé* & du *calorique combiné*, il faut que la *lumière* soit seulement mélangée avec le *calorique*. Je ne connois aucune expérience qui prouve que la *lumière* est mélangée avec le *calorique* ou qu'elle en forme une des parties constituantes. La question reste donc indécise.

Je dois cependant observer que l'explication des physiciens qui regardent le *calorique* comme un être simple, présente une difficulté de moins que celle qui admet sa composition, en ce qu'elle ne suppose aucun principe ; elle décrit les faits & rend ensuite raison des phénomènes d'une manière à la vérité hypothétique, mais que l'on ne peut renverser directement, parce que, conforme à la manière de raisonner que nous avons adoptée, elle n'admet que les principes qui lui paroissent agir & rejette tous ceux qui nous sont inconnus, soit parce qu'ils sont insensibles à nos instrumens, soit parce qu'ils ne produisent sur nos sens aucun effet. La seconde au contraire suppose l'existence d'un corps purement arbitraire, aucune expérience ne peut même le faire soupçonner ; c'est sur des analogies qu'il est fondé ;

mais des analogies peuvent tout au plus favoriser des explications, & non des suppositions purement gratuites. On observera, avec raison, que cette base du *calorique* supposé doit, après la décomposition de ce principe, ou produire quelqu'effet sur nos sens, ou changer la nature des corps; mais aucun fait ne peut même faire soupçonner cette sensation ou ce changement; cette supposition est donc dénuée de preuves. Elle n'est fondée sur aucune expérience, & conséquemment, d'après la marche que l'on suit actuellement dans les sciences, on peut la regarder comme une pure hypothèse: il faut cependant convenir qu'en l'admettant, les phénomènes de la combustion s'expliquent d'une manière très-vraisemblable. Cette réflexion nous conduit nécessairement à la conclusion générale que les présomptions & les seules probabilités, même les plus fortes, ne doivent point nous faire donner la préférence à un système quelconque. En ne s'appuyant que de seules probabilités, on risque à se laisser entraîner de supposition en supposition, & à marcher conséquemment dans la route des chimères; il vaudroit beaucoup mieux ne rien expliquer que d'admettre des explications fausses, ou qui, du moins, ne sont pas prouvées directement ou indirectement. Cependant la réunion des opinions

ne peut produire , à mon avis , qu'un très-grand bien.

18°. Dans la supposition que le *calorique* est un composé binaire , on peut expliquer les effets de la combustion de la manière suivante. Il se dégage de la *lumière* pendant la combustion , parce que le *calorique* étant subitement très-comprimé , il y en a une partie qui se décompose. Cette grande & subite compression du *calorique* provient, pendant cet acte, de l'union des molécules hétérogènes ; le plus ou le moins de *clarté* dépend de la plus ou moins forte compression du *calorique* , & des quantités d'air vital décomposées dans un tems donné ; toutes choses égales d'ailleurs , il doit se dégager plus de *lumière* pendant la combustion du phosphore que pendant celle du charbon ; dans le premier exemple , il se forme un solide , & conséquemment le *calorique* est comprimé plus promptement que dans le second , où il se forme du gaz acide carbonique.

Dans la détonnation du gaz hydrogène , de même que pendant sa combustion , la lumière n'est pas si vive que dans la combustion du phosphore , parce que le *calorique* est moins comprimé dans la vapeur aqueuse , & qu'il y en a conséquemment moins de décomposé.

Le plus ou moins de *lumière* qui se dégage

pendant la combustion, dépend donc en grande partie, en admettant la composition du *calorique*, de la plus ou moins grande quantité de *calorique* décomposé dans un tems donné. Il peut se faire qu'il se dégage de la *lumière* par quelqu'autre cause ; mais nous ne pouvons encore former que des systèmes à cet égard.

19°. Si l'on fait chauffer une baguette de fer sans la rougir, & si on la forge ensuite rapidement, elle luira bientôt par incandescence ; cet effet provient, en supposant toujours la composition du *calorique*, de ce qu'on le comprime alors, & que les molécules de sa base pouvant se réunir, il y en a une partie qui se décompose en laissant dégager la *lumière*.

On peut expliquer de la même manière, la *lumière* & la *chaleur*, qui se dégagent de quelques corps durs en les frottant, & de la chaux que l'on éteint.

20°. On peut, en regardant le *calorique* comme un être simple & distinct de la *lumière*, expliquer le phénomène que l'on observe en frottant ensemble deux morceaux de bois, en disant, qu'alors le *calorique* étant comprimé, il se dégage en partie, & élève le bois à la *température* où ses molécules ont plus d'affinité avec l'oxygène qu'il n'en a avec le *calorique* & la *lumière*, & qu'alors l'air vital se décomposant, il se dégage de la *chaleur* & de la *lu-*

mière, parce que tout le *calorique* & toute la *lumière* qui entroient dans la composition de l'air vital, n'entrent point dans la composition du gaz acide carbonique qui se forme.

Mais on ne peut pas expliquer de la même manière le phénomène que l'on observe en frottant deux pierres ; il n'y a point alors d'affinité supérieure , & conséquemment point de décomposition de l'air vital ; il faut donc avoir recours à la question, si la *lumière* est seulement interposée , il s'en dégage une partie , parce qu'elle est trop comprimée ; mais si elle est partie constituante du *calorique* , il s'en dégage , parce que le *calorique* trop comprimé se décompose en partie.

21°. Si l'on admet la composition du *calorique*, on peut dire que la *chaleur* est l'effet produit sur nos sens par le *calorique* non décomposé ; & que par sa décomposition, il laisse dégager la *lumière* qui en faisoit une partie constituante.

Si la *lumière* s'unit aux molécules des corps, sans être préalablement combinée avec la base du *calorique* , on éprouve , dans l'explication qui admet la composition du *calorique* , une très-grande difficulté pour le dégagement de cette *lumière* non combinée avec la base du *calorique* ; il faut alors avoir recours à l'expli-

cation qui regarde le *calorique* & la *lumière*, comme deux êtres simples & distincts l'un de l'autre, & qui attribue la plus ou moins grande quantité de *lumière dégagée* à la moindre ou plus grande affinité des molécules du nouveau composé pour ce principe; mais si l'on admet cette explication pour le dégagement de la *lumière* non combinée avec la base du *calorique*, pourquoi ne pas l'admettre pareillement pour ce dégagement du *calorique* que l'on peut soupçonner dériver absolument de la même cause, & qu'on peut alors regarder comme un être simple? on éviteroit alors une très-grande supposition, celle d'une base qui est absolument inconnue, & dont il est impossible dans le sort actuel de nos connoissances de nous former aucune idée.

La *chaleur* qui se dégage pendant la combustion d'un corps est d'autant plus vive, qu'il se consume en moins de tems; ce n'est pas qu'il se produise plus de *chaleur*, mais seulement parce qu'elle a moins de tems pour se répandre uniformément.

22°. Je pourrois rapporter un grand nombre d'autres phénomènes qui s'expliquent aisément en admettant que le *calorique* est un composé binaire; mais je reviendrai sur cet objet dans la quatrième partie.

En admettant la composition du *calorique*, on pourroit demander ce que devient sa base après sa décomposition; il est possible qu'elle reste unie au corps brûlé, ou qu'elle se répande dans l'atmosphère, c'est ce que je ne fais pas; il faudroit des expériences multipliées & bien exactes pour avoir des idées nettes sur cet objet. Cependant, en attendant cette décision, l'objection demeurant irrésolue, doit faire rejeter la composition du *calorique* par tous ceux qui n'admettent point de systèmes.

23°. Si l'on regarde le *calorique* comme un être simple, on peut expliquer la plus ou moins grande quantité de *lumière* & de *calorique* qui se dégage pendant la combustion par la moindre ou plus grande quantité de *lumière* & de *calorique* qui entre dans la composition des molécules des corps brûlés; plus les molécules d'un corps brûlé doivent contenir de *lumière* & de *calorique* pour passer à cet état, & moins il se produit de *clarté* & de *chaleur* pendant la combustion.

24°. Il doit aussi se dégager plus de *chaleur*, toutes choses égales d'ailleurs, dans les combustions dont les produits sont solides, que dans celles où il se forme des liquides ou des fluides. Cependant, comme il paroît qu'il entre du *calorique* dans la composition des mo-

lécules de quelques solides , peut-être même de tous , & que plusieurs en contiennent une grande quantité dans un état de compression très-considérable , il est possible que cet énoncé souffre quelques exceptions.

C'est , je crois , en raison de cette grande compression du *calorique combiné* que l'oxide d'argent fulminant détonne sitôt qu'on le touche. Les molécules de cet oxide sont à la *température* où nous vivons presque à la distance où elles peuvent se réunir pour former de nouveaux composés ; sitôt qu'on les comprime , elles se réunissent ; l'oxygène s'unit à l'hydrogène pour former de l'eau & de l'azote , & l'azote , devenu libre , se dégage également. Cette première explication est la même en admettant l'une ou l'autre des hypothèses ci-dessus énoncées , c'est-à-dire , en regardant le *calorique* comme un être simple ou comme un composé binaire ; mais le dégagement de *lumière* & de *chaleur* ne dérive pas de la même source dans les deux explications.

Si l'on admet la composition du *calorique* , on peut dire qu'aussi-tôt que l'eau se forme & que l'azote se trouve isolé , une partie du *calorique* s'unit aux molécules de l'eau & aux molécules de l'azote pour former de la vapeur aqueuse & du gaz azote ; l'autre partie du *ca-*

lorique se trouve interposée entre les molécules de ces deux nouveaux composés ; mais le *calorique interposé* n'écartant pas assez promptement ces mêmes molécules , il se trouve sur le champ comprimé au point de se décomposer en partie : une portion se dégage librement pour rétablir l'équilibre de *température* , tandis que l'autre se décomposant , laisse dégager la *lumière* qui entroit dans sa décomposition. En admettant cette explication , il faut supposer qu'il n'entre point dans la composition des molécules de la *lumière* non combinée avec la base du *calorique*.

Quant à l'explosion , elle provient de ce que la vapeur aqueuse & le gaz azote sont considérablement dilatés ; mais l'équilibre de *température* se rétablissant promptement , il se forme un vuide qui est sur le champ rempli par l'air environnant.

Si au contraire on regarde le *calorique* comme un être simple , du moins dans l'état actuel de nos connoissances , on peut expliquer la détonnation de l'argent fulminant de la manière suivante. L'expérience indique que l'oxide d'argent fulminant est composé d'hydrogène , d'oxygène , d'azote , de *lumière* & de *calorique* ; la moindre compression facilite la combinaison de l'oxygène , parce qu'on rapproche par ce moyen

leurs molécules. Aussi-tôt que ce nouveau composé est formé, l'azote se trouve libre ; alors le *calorique* & la *lumière* qui sont nécessaires à la constitution des vapeurs aqueuses & du gaz azote, se combinent avec leurs molécules, & le *calorique* & la *lumière* qui ne se combinent point, se dégagent, soit pour établir l'équilibre, soit parce que ces substances sont trop comprimées.

Rapprochons maintenant ces deux explications pour voir en quoi elles diffèrent.

En admettant la composition du *calorique*, l'oxide d'argent fulminant est composé en dernière analyse, d'oxygène, d'hydrogène, d'azote & de *calorique* (c'est-à-dire, de sa base & de *lumière*) ; il peut se faire aussi qu'il entre dans chaque molécule de la *lumière* non combinée à d'autres principes, ce qui même est très-probable, & alors cette première explication ne peut point servir à cette portion de *lumière* ; il faut avoir alors recours à celle des physiciens qui regardent le *calorique* & la *lumière* comme des êtres simples, ainsi que je l'ai observé ci-dessus. Les substances qui proviennent de la décomposition de cet oxide sont le gaz azote & les vapeurs aqueuses. Ce gaz azote est composé d'azote & de *calorique* (c'est-à-dire, de sa base & de la *lumière* qui y est unie), & la

vapeur aqueuse est composée d'hydrogène , d'oxygène & de *calorique*.

En regardant au contraire le *calorique* comme un être simple & distinct de la *lumière*, l'oxide d'argent fulminant est composé d'hydrogène , d'oxygène , d'azote , de *calorique* & de *lumière*. Le gaz azote est composé d'azote & de *calorique*, & la vapeur aqueuse est composée d'hydrogène , d'oxygène & de *calorique*. Il est possible que ces deux derniers composés contiennent de la *lumière*, mais elle n'y a point encore été démontrée ; d'après cette dernière opinion, la *lumière* & le *calorique* qui entrent en grande quantité dans la composition de l'oxide d'argent fulminant , doivent se dégager presque totalement , parce qu'il en entre beaucoup moins dans la composition du gaz azote & de la vapeur aqueuse. Je le répète, cette dernière explication jouit de l'avantage de ne rien supposer , & de n'employer que les substances qui sont ou palpables , ou sensibles à nos sens ; tandis qu'en admettant la composition du *calorique* , on est obligé de supposer un corps dont on ne peut se former aucune idée.

Il est vrai qu'on peut demander d'où vient le *calorique* ? s'il est envoyé avec la *lumière* par le soleil , ou si notre planète en contient une quantité indestructible qui se renouvelle sans

cesse ? Pourquoi la *lumière*, pouvant se combiner avec les molécules des corps, ne se fixe point dans celles de notre atmosphère, & parvient jusqu'à nous ? effet qui provient sans doute de ce que ses molécules sont sursaturées, & ne peuvent plus en recevoir. Pourquoi les *températures* varient d'un instant à l'autre, & sont très-différentes dans les mêmes saisons ? Mais il est des choses qu'il n'est même pas permis de chercher à expliquer lorsque les expériences ne sont pas assez multipliées pour appuyer l'explication.

25°. Le nitrate & le muriate suroxigéné de potasse, & peut-être beaucoup d'autres corps solides, contiennent aussi de la *lumière* & du *calorique* combinés avec les molécules & constituant leur nature ; mais ces quantités diffèrent dans presque tous les corps, & dépendent d'attractions qui nous sont connues. Il paroît, par exemple, qu'il entre plus de *calorique* & plus de *lumière* dans la composition des molécules du muriate suroxigéné de potasse, que dans celles du nitrate de potasse, & c'est de cette plus grande quantité que dépend la force supérieure de la poudre faite avec le muriate suroxigéné de potasse.

Outre ces quantités différentes de *calorique* & de *lumière* dans les corps, il paroît encore

certain que ces substances ne sont pas également comprimées dans toutes leurs combinaisons. Il paroît que dans l'argent fulminant, elles sont à un état de compression très-considérable ; que dans le muriate suroxigéné de potasse, elles le sont moins, & que dans le nitrate de potasse elles le sont encore moins. Dans l'oxide d'argent fulminant, le moindre effort facilite la réunion de l'hydrogène & de l'oxigène. Dans le muriate suroxigéné de potasse, il faut un effort un peu plus considérable, tel, par exemple, que le frottement entre deux pierres dures, ainsi que l'a observé M. Lavoisier ; & dans le nitrate de potasse, cet effort ne peut, en le supposant même très-considérable, faciliter sa décomposition : il seroit possible cependant qu'à une *température* excessivement basse cet effet eût lieu.

La décomposition d'un corps peut conséquemment provenir de deux causes différentes, ou de l'abaissement de *température*, ou du contact d'un autre corps à une *température* plus élevée.

26°. On peut encore expliquer de deux manières la fulmination du muriate suroxigéné de potasse par l'acide sulfurique, observée par MM. de Fourcroy, Berthollet & Pelletier.

Suivant l'opinion que le *calorique* est un

composé binaire, le muriate suroxygéné de potasse est un composé d'acide muriatique, de potasse, d'oxygène, de *lumière* unie à la base du *calorique*, & peut-être de *lumière* qui n'est point préalablement unie avec cette base : la proportion du *calorique* est très-considérable dans ce composé. Si donc on y ajoute de l'acide sulfurique, il s'unira avec la potasse inverse d'une affinité supérieure ; alors l'acide muriatique & l'oxygène devenus libres se dégageront, en se combinant avec le *calorique*, sous la forme de gaz muriatique oxygéné & d'air vital. Mais comme tout le *calorique* ne fera pas employé à ces nouvelles combinaisons, c'est-à-dire, la formation du sulfate de potasse, du gaz muriatique oxygéné & de l'air vital, il y en aura une partie qui se trouvera interposée entre les molécules ; cette portion doit les écarter ; mais si ce pouvoir ne surpasse pas l'affinité des molécules, une certaine quantité de *calorique* se trouvant à son maximum de compression, se décomposera, & la *lumière* qui en formoit une partie constituante, produira sur nos sens l'effet que nous nommons *clarté* ; une autre partie du *calorique interposé* se dégagera pour établir l'équilibre de *température* : mais n'étant point alors décomposée, elle produira sur nos sens l'effet que nous nom-

mons *clarté*. On peut dans la même supposition expliquer de la même manière la détonation de la poudre ordinaire, de celle faite avec le muriate furoxigéné de potasse, de la poudre fulminante, en observant seulement que pour produire les mêmes effets avec ces corps, il faut opérer à une *température* un peu plus élevée.

Mais il reste encore à expliquer pourquoi & comment la *lumière* qui peut être combinée avec les molécules sans être unie à la base du *calorique*, se dégage dans cette circonstance.

Si au contraire on regarde le *calorique* comme un être simple, on peut expliquer les phénomènes ci-dessus énoncés de la manière suivante. On peut admettre que l'oxygène se combine aux corps dans différens états; quelquefois il s'y unit après avoir perdu tout le *calorique* & toute la *lumière* qui le constituoient air vital; plus souvent il conserve une partie de ce *calorique* & de cette *lumière*; & d'autres fois enfin il conserve en se combinant presque tout le *calorique* & toute la *lumière* qui sont nécessaires à la constitution de l'air vital. Le nitrate & le muriate furoxigéné de potasse, sont à peu près dans ce dernier cas; il est bien certain que le *calorique* & la *lumière* qu'ils contiennent doivent être à un état de compression très-

considérable. Si on leur ajoute un nouveau corps qui à une *température* quelconque ait plus d'affinité avec leurs molécules qu'elles n'en ont entr'elles, il y aura décomposition, & les effets seront semblables dans cette circonstance à ceux que l'on observeroit si le corps combustible mis en contact se consumoit à l'air libre. Quant aux autres corps qui contiennent de l'oxygène uni à une moins grande quantité de *calorique* & de *lumière*, les effets pendant leur décomposition par un corps combustible mis en contact, sont d'autant moins sensibles, que cette quantité est plus petite.

Nous venons de dire ci-dessus que les effets produits par la détonnation des corps qui contiennent de l'air vital très-comprimé, étoient semblables à ceux qu'on observeroit si le corps combustible mis en contact se consumoit à l'air libre; il y a cependant une différence, c'est que la combustion s'opérant bien plus rapidement, la *chaleur* est d'autant plus vive, parce qu'elle a moins de tems pour se répandre, & que la *lumière* dégagée étant alors rassemblée, doit paroître plus considérable.

27°. La compression du *calorique* combiné dépend de la nature des corps; il paroît cependant que celui qui entre dans la composition des fluides est moins comprimé que celui
qui

qui entre dans la composition des liquides & des solides. Dans l'état actuel de nos connoissances , il est impossible de déterminer avec exactitude ces différentes compressions.

28°. Dans les combustions lentes , telles que l'oxidation du mercure à l'air libre , il ne se dégage point de *lumière* , ou du moins il s'en dégage en si petite quantité , qu'elle nous paroît insensible. Dans la supposition que le *calorique* est un composé binaire , cet effet provient de ce que le *calorique* se dégageant très-lentement n'est point subitement comprimé , & conséquemment point décomposé ; il ne produit alors que de la *chaleur* qui cependant est peu sensible , parce qu'elle se dégage en très-petite quantité. Dans la supposition au contraire que le *calorique* est un être simple , cet effet provient de ce que la *lumière* & le *calorique* que perd l'air vital en se décomposant se dégagent si lentement , que nous n'obtenons point d'obscurité assez forte pour la rendre sensible.

Dans la première supposition , les lampes à la Quinquet donnent plus de *clarté* , parce qu'il y a plus de *calorique* dégagé dans un tems donné , conséquemment une compression & une décomposition plus considérables de ce principe. Dans la seconde , au contraire , cet effet

provient de ce qu'il y a plus d'air vital décomposé dans un tems donné, conséquemment plus de *lumière* & de *calorique* dégagés, parce que tout le *calorique* & toute la *lumière* qui entroient dans la composition de l'air vital ne se combinent point avec le gaz acide carbonique & la vapeur aqueuse qui se forment dans cette circonstance.

29°. Dans deux combustions où il se forme des gaz & où la quantité d'air vital décomposé dans un tems donné est égale, la quantité de *lumière* dégagée doit être, dans la supposition que le *calorique* est composé, en raison inverse de la dilatabilité des gaz formés; & dans la supposition que le *calorique* est un être simple, en raison inverse de l'affinité qu'ont les molécules des nouveaux gaz pour la *lumière*.

Pour vérifier cet énoncé, il faudroit connoître la dilatabilité des gaz & la quantité de *lumière* dégagée pendant la combustion des corps. Plusieurs physiciens distingués, & entr'autres M. Lefebvre, professeur au Collège royal, ont fait des travaux considérables pour déterminer la dilatabilité des gaz. Les recherches de ce dernier physicien seront sous peu de tems présentées au public; quant à la quantité de *lumière* dégagée, j'ai jusqu'ici tenté vainement de la mesurer; je n'ai point encore pu imaginer d'ap-

pareil propre à ce genre d'expériences : je ne perdrai cependant pas cet objet de vue , & je commencerai ce travail le plutôt que je pourrai (a).

30°. Nous avons vu ci-dessus que les corps solides ne se liquéfient pas tous à la même *température* ; il en est qui ne peuvent jamais subir ce changement , parce que l'affinité qu'ont leurs molécules pour l'oxigène est plus forte que celle qu'elles peuvent avoir pour le *calorique*. Les bois, les charbons & presque toutes les substances concrètes combustibles sont dans ce cas : il en est de même de beaucoup d'autres substances combustibles liquides qu'on ne peut obtenir dans l'état de vapeur.

31°. Il est encore une autre classe de corps qui , quoiqu'incombustibles , ne changent cependant pas d'état ; nous les nommons *apires*. Si l'on admet la composition du *calorique* , on peut dire qu'ils jouissent de cette propriété , parce que l'attraction de leurs molécules est supérieure au pouvoir qu'a le *calorique* de les

(a) M. Lavoisier m'a averti il y a quelques jours , qu'il avoit un moyen de mesurer la *lumière* dans quelques circonstances. Pour peu que ce physicien veuille s'occuper de cet objet , je ne doute pas qu'il n'enrichisse la science de nouvelles découvertes.

écarter ; à mesure que l'on en augmente la quantité, il se trouve de plus en plus comprimé : il arrive enfin un moment où la compression est telle que les molécules de sa base ont plus d'affinité entr'elles qu'avec la *lumière* ; elles se réunissent donc, & la *lumière* se dégage en produisant sur nos sens l'effet que l'on nomme *clarté* : mais comme tout le *calorique* n'est point décomposé, il s'en dégage une partie qui produit de la *chaleur*.

Il ne faut pas cependant confondre les corps *apires* avec ceux qui rougissent avant de se fondre. Les molécules des premiers ont aux *températures* les plus élevées que nous pouvons obtenir, plus d'affinité entr'elles qu'avec le *calorique* ; tandis que celles des seconds s'unissent à un certain degré d'écartement avec ce principe, & changent alors d'état. Ils rougissent avant de se fondre, parce que leurs molécules ayant beaucoup d'affinité entr'elles, il faut employer une grande quantité de *calorique* pour la vaincre ; une partie de ce *calorique* trop comprimé se décompose, tandis que l'autre portion écarte de plus en plus les molécules.

En ne regardant pas le *calorique* comme un composé binaire, on peut expliquer la *chaleur rouge* en disant qu'à cet état les molécules des corps ayant toute la quantité de *lumière* qu'elles

peuvent contenir , la rejettent sitôt qu'on la leur communique ; tandis que le *calorique* appliqué écarte les molécules des corps *apires* jusqu'à ce que l'affinité qu'elles ont les unes pour les autres surpasse le pouvoir qu'a le *calorique* de les écarter. Quant aux corps qui ne sont pas *apires* , mais rougissent avant de se fondre , le *calorique* appliqué écarte leurs molécules jusqu'à ce qu'elles aient plus d'affinité avec le *calorique* qu'elles n'en ont entr'elles.

Je dois encore observer que M. Monge explique les phénomènes que je viens d'énoncer d'une manière un peu différente. Après lui avoir lu cet ouvrage , il m'a communiqué ses opinions ; mais comme elles ne sont point encore publiques , je n'en rendrai pas compte. Notre manière de voir se rapproche sur certains points , mais sur d'autres , il existe quelques petites différences.

CHAPITRE HUITIÈME.

Conclusion.

Il est aisé de voir , d'après ce que nous avons dit ci-dessus , que la théorie du docteur Crawford , est fondée sur ce qu'il croit , 1°. que les dilatations du mercure sont proportionnelles aux augmentations de *calorique* , depuis le terme

de la congellation jusqu'à celui de sa vaporisation; 2°. que la *capacité* des corps est permanente à toutes les *températures*, tant qu'ils ne changent pas d'état; 3°. que le *calorique spécifique* est en raison inverse des changemens produits dans la *température* des corps, lorsqu'étant égaux en poids on les mêle à différens degrés. Reprenons ces énoncés.

1°. *Les dilatations du mercure sont proportionnelles aux augmentations de calorique depuis le terme de sa congellation jusqu'à celui de sa vaporisation.* En admettant cet énoncé qui n'est qu'une supposition déduite des expériences du docteur Crawford qui prouvent seulement que les dilatations du mercure sont proportionnelles aux augmentations du *calorique* depuis le terme de la congellation de l'eau jusqu'à celui de sa vaporisation, le thermomètre ne peut nous servir, quant aux *températures*, qu'à déterminer si celle d'un corps est plus haute que celle d'un autre corps, depuis le terme de la congellation du mercure jusqu'à celui de sa vaporisation. Je me suis assez étendu sur cet objet dans le second chapitre pour ne pas y revenir.

2°. *La capacité d'un corps est permanente à toutes les températures, tant qu'il ne change pas d'état, & le calorique spécifique est en raison*

inverse des changements produits dans la température des corps, lorsqu'étant égaux en poids, on les mêle à différens degrés. Comme le docteur Crawford pense que les *capacités* sont proportionnelles au *calorique spécifique*, ces deux énoncés se réduisent véritablement à un, car sitôt qu'on a déterminé les *capacités*, on doit connoître les rapports entre le *calorique spécifique*. Mais il est nécessaire, pour que les *capacités* soient proportionnelles aux *quantités spécifiques de calorique*, qu'elles soient permanentes à toutes les *températures*, tant que les corps ne changent pas d'état, & que l'absorption de *calorique* pendant ces changemens, provienne seulement d'un changement de *capacité*. Nous avons fait voir ci-dessus que cette dernière proposition n'étoit appuyée sur aucune base solide, & qu'en ne déduisant rien au-delà des faits, on devoit penser que le *calorique* absorbé pendant les changemens d'état, se combinait avec les molécules des corps. Quant à la permanence de *capacité*, il s'en faut de beaucoup qu'elle soit démontrée. Comme le docteur Crawford emploie les mélanges pour déterminer les *capacités* & leur permanence, & qu'il se sert d'eau pour terme de comparaison, il ne peut opérer que sur une échelle de 80 degrés à peu-près, & conséquemment il ne peut,

d'après sa méthode, en supposant encore que les dilatations du mercure soient proportionnelles aux augmentations de *calorique*, & que la *capacité* de l'eau soit permanente tant qu'elle ne change pas d'état, que déterminer, 1°. si la *capacité* des solides qui ne se liquéfient qu'au degré de *chaleur* à peu près où l'eau s'évaporise, est permanente, depuis le terme de la congélation de l'eau, jusqu'à celui de sa vaporisation; travail qui, en le supposant fini sans avoir apperçu aucune variation, ne prouveroit point encore que la *capacité* des corps solides est permanente depuis le zéro réel jusqu'aux degrés où il faut respectivement les élever pour les liquéfier; 2°. si la *capacité* des liquides est permanente, tant qu'ils ne changent pas d'état; 3°. enfin si celle des fluides qui, ne se liquéfiant qu'au degré où l'eau se solidifie, est permanente, depuis ce terme jusqu'à celui de l'eau bouillante, résultat qui, en le supposant exact, ne pourroit pas conduire à la conclusion générale que la *capacité* des fluides est permanente, depuis le degré où ils peuvent individuellement se former jusqu'au plus haut degré de *chaleur*.

Je ne parle point ici des solides & des fluides qui se liquéfient à des *températures* intermédiaires aux termes de la congélation de l'eau

& de la vaporisation ; parce que l'échelle sur laquelle on peut opérer dans ces circonstances, est d'autant plus courte, que les changemens ont lieu plus près, pour les solides, de la congélation de l'eau, & pour les fluides, de la vaporisation.

L'absorption de *calorique*, pendant les changemens d'état, ne provenant donc pas seulement d'un changement de *capacité*, le *calorique spécifique* ne peut point être proportionnel aux *capacités* ; & comme il n'est point prouvé que les *capacités* sont permanentes à toutes les températures, le *calorique interposé* ne peut pas non plus être proportionnel aux *capacités* ; les *capacités* ne peuvent donc servir, dans l'état actuel de nos connoissances, à déterminer ni le *calorique spécifique*, ni le *calorique interposé*, & la méthode du docteur Crawford, en supposant qu'il n'existe point de différence dans les *capacités* des corps depuis le terme de la congélation de l'eau jusqu'à celui de son ébullition, ne peut guère servir qu'à déterminer leur rapport dans cette courte échelle.

Si cependant il existoit des différences dans les *capacités* des solides, liquides ou fluides, soit qu'elles augmentassent ou diminuassent, on ne pourroit pas, en se servant de cette méthode, déterminer le rapport de ces variations.

Néanmoins comme il est probable que dans une si courte échelle les *capacités* ne varient pas très-sensiblement, on peut, à la rigueur, se servir des mélanges pour déterminer le rapport qui existe entr'elles, depuis le terme de la congellation de l'eau, jusqu'à celui de son ébullition; mais on ne peut pas de même déterminer, d'après les *capacités*, le *calorique interposé*, & à plus forte raison, le *calorique spécifique*. Nous ne connoissons encore aucun moyen d'opérer cette détermination.

Il est encore nécessaire d'observer qu'en supposant même la permanence des *capacités*, elles seroient proportionnelles au *calorique interposé* à *température égale*; mais elles ne pourroient pas déterminer le *calorique spécifique*.

Ces réflexions prouvent que la méthode du docteur Crawford, abstraction faite des sources d'erreurs très-nombreuses, dont elle est susceptible, est d'une utilité bornée, & qu'elle ne peut, dans aucune circonstance, servir pour les corps qui ont de l'action les uns sur les autres.

La méthode qu'ont employée MM. Lavoisier & de Laplace, pour parvenir à peu près au même but est d'un usage plus général, & donne des résultats bien moins incertains. Rapportons ses utilités; afin de mettre le lecteur

à même de les comparer avec celles de la méthode du docteur Crawford.

Je ne décrirai point ici l'appareil imaginé par MM. Lavoisier & de Laplace , & nommé *calorimètre* par le premier de ces physiciens. Les personnes qui désireront le connoître & savoir comment on doit s'en servir , doivent consulter le mémoire sur la *chaleur* , publié dans le volume de l'académie pour 1780 , & l'abrégé de Chimie de M. Lavoisier.

Je dois cependant observer que M. Wilke avoit eu , avant les physiciens françois , l'idée d'employer la fonte de la neige , pour mesurer le *calorique* dégagé des corps pendant leur refroidissement d'un certain nombre de degrés ; mais la difficulté de recueillir l'eau formée ; le tems considérable que les corps emploient ainsi à perdre une partie de leur *calorique* ; la *chaleur* que la neige reçoit , dans cet intervalle , de l'atmosphère & des autres corps environnans ; toutes ces raisons l'ont forcé d'abandonner ce moyen , & de recourir à la méthode des mélanges. MM. Lavoisier & de Laplace ne connoissoient point les travaux de M. Wilke à l'instant où ils ont publié leur mémoire. Le *calorimètre* est donc une nouvelle découverte qu'on peut & qu'on doit leur attribuer. Ils ont pourvu , en faisant construire cet instrument , aux incon-

vénienti qui avoient rebuté M. Wilke , & l'ont rendu conséquemment extrêmement précieux.

Dans l'état actuel de nos connoissances , en supposant que les dilatations du mercure sont proportionnelles aux augmentations du *calorique* , depuis le terme de la congellation de l'eau jusqu'à celui de la vaporisation du mercure , le *calorimètre* peut nous servir à déterminer , 1°. les rapports qui existent depuis le terme de la congellation de l'eau jusqu'à celui de la vaporisation du mercure entre les *capacités* des solides qui ne se liquéfient qu'au degré où le mercure se vaporise , de presque tous les liquides , & des fluides qui ne se liquéfient qu'au degré de la glace fondante. MM. Lavoisier & de Laplace supposent que , dans ce court espace , ce rapport est constant , parce que l'expérience ne leur a point fait voir de différence ; aussi ne déterminent-ils les *capacités* que pour cet intervalle. Quant aux solides & aux fluides qui se liquéfient aux degrés intermédiaires à la congellation de l'eau & à la vaporisation du mercure , on peut en faire une classe à part , parce que ces expériences sont d'autant moins exactes qu'on opère sur une échelle plus courte. 2°. Si les *capacités* des solides , des liquides & des fluides , jouissant des propriétés ci-dessus énoncées , sont permanentes depuis le zéro du

thermomètre jusqu'au degré où le mercure se vaporise, & dans le cas où cette loi n'existeroit pas, les rapports existans entre leur *capacité* à chaque degré intermédiaire à cet espace. D'après les expériences de MM. Lavoisier & de Laplace, il paroît que si les *capacités* ne sont pas permanentes depuis le terme de la glace fondante jusqu'à celui de l'ébullition de l'eau, les différences qui peuvent exister entr'elles sont à peine sensibles au *calorimètre*. Ils se proposent d'examiner si les *capacités* sont permanentes dans une plus longue échelle, en observant si les quantités de glace fondue par les corps, en se refroidissant de trois ou quatre cens degrés, sont proportionnelles à celles que l'on obtient lorsqu'ils se refroidissent de 60 ou 80 degrés. Je ne connois point de thermomètre qui puisse servir à déterminer une si haute *température* ; mais j'observerai seulement qu'il est nécessaire que, si ses divisions sont égales entre elles, les dilatations du corps avec lequel il sera fait, soient proportionnelles aux augmentations de *calorique*, ou, ce qui revient au même, qu'il soit divisé proportionnellement aux quantités de *calorique* contenues dans le corps qui le compose. 3°. Les quantités de *calorique* qui se dégagent des liquides qui se solidifient, & des fluides qui se liquéfient aux tem-

pératures intermédiaires au zéro du thermomètre , & au terme où le mercure se vaporise. Si l'on possédoit un thermomètre qui marquât un degré de *chaleur* supérieur, & qui possédât en même tems les qualités ci-dessus décrites, on pourroit étendre cet énoncé. 4°. Les quantités de *calorique* qui se dégagent pendant la combinaison de diverses substances. 5°. Celles qui sont absorbées pendant la combinaison d'autres substances. 6°. Enfin les quantités de *calorique* qui se dégagent pendant la respiration & la combustion.

En comparant ces deux méthodes, on remarque aisément que celle de MM. Lavoisier & de Laplace peut résoudre différens problèmes, dont la solution est impossible, en se servant de la méthode du docteur Crawford ; celle des physiciens françois n'est fondée sur aucune supposition ; la quantité de glace fondue est toujours proportionnelle à la quantité de *calorique dégagé* ; les conséquences dérivent immédiatement des expériences ; les corrections sont inutiles ; & conséquemment s'il existe des variations, elles doivent être sensibles , parce qu'elles ne sont pas susceptibles d'être éclipsées par les calculs qui seroient nécessaires pour corriger les causes d'inexactitudes s'il en existoit.

Ainsi , si les *capacités* ne sont pas perma-

nentes, la méthode du docteur Crawford ne peut guère, à la rigueur, donner aucun résultat exact, tandis que celle de MM. Lavoisier & de Laplace peut résoudre plusieurs problèmes très-intéressans. Cette dernière est donc préférable à la première.

Cependant il faut convenir qu'elle ne peut pas servir à compléter une théorie sur la *chaleur*, parce qu'on ne peut pas par son moyen déterminer, 1°. les *capacités* de tous les corps qui ont une *température* plus basse que le zéro du thermomètre, ou plus haute que le degré où le mercure se vaporise; 2°. le *calorique combiné* aux molécules des corps solides, & conséquemment le *calorique combiné* des liquides & des fluides; 3°. le *calorique interposé*; 4°. le *calorique spécifique*; 5°. la permanence des *capacités* à toutes les *températures*. Il n'en est pas moins vrai que dans son genre le *calorimètre* est aussi parfait qu'il peut l'être, & qu'il est d'une très-grande utilité, & même sous certains rapports, d'une utilité presque générale.

Examinons maintenant les conditions qui sont nécessaires pour compléter une théorie sur la *chaleur*.

Il faudroit, 1°. déterminer les *capacités* de tous les corps de la nature, dans les trois mo-

difications dont ils sont susceptibles ; & si les *capacités* ne sont pas permanentes , ou si les variations qu'elles peuvent éprouver ne suivent point de progression constante, il faudroit les déterminer à tous les degrés, depuis le zéro réel jusqu'au plus haut degré de *chaleur*. Pour remplir cette première condition , il faudroit qu'on pût opérer à toutes les *températures*, depuis le zéro réel jusqu'au plus haut degré de *chaleur* , & qu'on possédât une méthode & des instrumens propres à remplir cet objet ; 2°. construire un thermomètre avec un solide qui ne se liquéfîât qu'au plus haut degré de *chaleur*, & dont les dilatations, si les divisions sont égales entr'elles, soient considérables, proportionnelles aux augmentations de *calorique* , & commencent au zéro réel, ou, ce qui revient au même, dont les divisions soient proportionnelles aux quantités de *calorique* contenues dans le corps qui serviroit à le construire, & commencent au zéro réel ; 3°. déterminer les quantités de *calorique* absorbées ou dégagées pendant les changemens d'état ; 4°. déterminer les quantités de *calorique* nécessaire à la formation de tous les solides individuellement ; 5°. remarquer les degrés où s'opèrent les divers changemens d'état ; 6°. déterminer le *calorique interposé* de tous les corps dans les trois états

états de modification & à toutes les *températures*; 7°. connoître pareillement le *calorique combiné* dans les trois états de modification; 8°. ces deux quantités réunies formeroient le *calorique spécifique* qu'on pourroit conséquemment déterminer à toutes les *températures*.

En remplissant toutes ces conditions, les calculs seroient exacts, les résultats satisfaisans; & on pourroit avoir une théorie complète de la *chaleur*. Mais qu'on envisage les difficultés que l'on doit éprouver; les demandes forcées qu'on est obligé de faire; l'immensité de la carrière qu'il faudroit parcourir pour donner des loix constantes & certaines sur les effets du *calorique*; l'utilité dont peuvent être les recherches; les belles conséquences qu'on en peut tirer; le degré d'élévation où elles porteroient presque toutes les sciences; les utilités bornées que l'on peut tirer, dans quelques circonstances, de ces instrumens & des méthodes que nous possédons, & l'on verra avec regret combien le terme où nos connoissances seront exactes sur cet objet, est encore éloigné.

Je n'ai traité dans cette première partie que des faits généraux concernant le *calorique*; je me réserve de parler dans les suivantes, des expériences qui ont été faites, des théories pro-

posées sur la respiration, & des conséquences qu'on peut tirer de cet ensemble.

EXAMEN CHIMIQUE

*De la Substance feuilletée & cristalline
contenue dans les calculs biliaires ; &
de la Nature des Concrétions cystiques
cristallisées ;*

Par M. DE FOURCROY.

IL y a plus de vingt ans que feu M. Poulletier de la Salle, en se proposant de reconnoître la nature des calculs biliaires, & de déterminer leur dissolubilité dans l'alcool, d'après ce que Sénac lui avoit indiqué, découvrit que ces concrétions laissoient déposer, à mesure que l'alcool en dissolvoit la plus grande partie, une substance feuilletée, lamelleuse, brillante, assez semblable à l'acide boracique. Il s'empressa de séparer ces lames cristallines de la dissolution, & de les recueillir sur un filtre. Mais il reconnut bientôt qu'elles étoient si légères, que, quoiqu'elles parussent occuper un grand volume dans

la dissolution , elles se réduisoient presque à rien par la dessication. Il n'en put ramasser , dans les premiers essais , qu'une quantité suffisante pour les exposer sur un charbon , & il les vit presque entièrement disparaître en se résolvant en fumée ou en vapeurs. Dès lors il forma le projet d'en recueillir une assez grande quantité pour pouvoir en faire un examen suivi. Il demanda des pierres biliaires à beaucoup d'hommes de l'art , & sur-tout à ceux qui, exerçant leur profession dans les hôpitaux , semblent être à portée de s'en procurer plus fréquemment que les autres. Mais malgré tous les soins qu'il prit , malgré toutes ses demandes , il ne put jamais s'en procurer que quelques grains. A mesure qu'il en séparoit des portions de calculs biliaires qu'on lui fournissoit , il les renfermoit dans un bocal. Plus de quinze ans se sont passés dans ces expériences préliminaires , sans qu'il ait pu réunir une quantité de cette matière feuilletée suffisante , pour en faire l'examen qu'il avoit projeté. Sa découverte fut simplement annoncée dans le dictionnaire de chimie ; mais Macquer n'indiqua pas plus que Poulletier , la nature de cette singulière substance. Ayant eu de fréquentes occasions de faire des expériences chimiques sur divers points de

la matière médicale & de physiologie , avec le célèbre auteur de la pharmacopée de Londres , & nos conversations ayant souvent eu pour objet la nature des calculs biliaires ; j'exposerai d'abord ici les faits que j'ai appris de lui , & je dirai ensuite ce que j'ai découvert moi-même sur la matière dont il est question.

1°. La matière cristalline paroît être beaucoup plus dissoluble dans l'alcool chaud que dans l'alcool froid ; cette liqueur chaude passe bien claire par le papier ; mais la matière s'en sépare si promptement , que l'auteur de cette découverte croyoit qu'elle passoit à travers le papier en même tems que l'alcool.

2°. Cette matière paroît varier en quantité dans les diverses pierres biliaires humaines , quoiqu'elle existe constamment dans toutes ces concrétions.

3°. La proportion dans ces pierres est très-peu considérable , & à peine en obtient-on quelques grains d'un gros de calculs biliaires.

4°. Les pierres de la vésicule du fiel des quadrupèdes , & spécialement celles du bœuf , que les bouchers ont grand soin de ramasser pour l'usage de la peinture , sont dissolubles dans l'alcool , mais ne contiennent pas de matière cristalline. Voilà les quatre faits que j'ai pu recueillir de Poulletier lui-même.

Je conservois, depuis plusieurs années, deux vésicules du fiel absolument remplies de pierres biliaires, lorsqu'en 1785, la découverte que je fis sur la nature huileuse du foie desséché, découverte dont il a été rendu compte dans le mémoire précédent, me conduisit à rechercher quelles pouvoient être les concrétions biliaires. J'en traitai deux onces en une fois par l'alcool; & voici ce que j'observai. Ces pierres étoient polies, à quatre faces les unes sur les autres, grises au dehors & d'un verd brun en dedans; deux livres d'alcool suffirent à peine pour dissoudre, à l'aide d'une chaleur douce, les deux onces de calculs biliaires réduits en poudre. Il y eut même quelques portions plus brunes & plus dures qui refusèrent de se dissoudre. On filtra la dissolution chaude; elle passa très-claire avec une couleur jaune un peu verdâtre; en refroidissant, elle déposa promptement une grande quantité de cristaux blancs, brillans, en lames ou paillettes, semblables à celles de l'acide boracique concret. Il étoit bien démontré, par cette expérience, que cette matière avoit été dissoute par l'alcool chaud, & s'étoit précipitée par le refroidissement de la liqueur. On recueillit sur un filtre près d'un gros de ces cristaux. Voici les phénomènes qu'ils présentèrent.

1°. Exposés au feu dans une cuiller d'argent, ils se fondoient promptement & se réduisoient en un liquide jaune onctueux, filant, très-peu volumineux en comparaison des lames légères qu'ils présentoient d'abord. Ce liquide, semblable à une huile, exhaloit aussi une odeur grasse, analogue à celle de la cire fondue; en continuant de le chauffer, il répandit une vapeur blanche très-piquante absolument comme une huile rôtie. Par le refroidissement, il se prit en une masse concrète un peu brune, sèche & assez cassante, présentant dans la cassure des faces & des lames brillantes, qui annonçoient une cristallisation, ou au moins une tendance à cristalliser, très-remarquable. Ces phénomènes se succèdent rapidement, & ont lieu à une chaleur assez foible. Si l'on chauffe tout à coup & fortement la matière recristalline, elle se réduit tout à fait en vapeur, & ne laisse qu'une tache jaune brunâtre dans la cuiller.

2°. Cette matière n'éprouve aucune altération de la part de l'eau; elle ne s'y dissout point; traitée avec l'eau bouillante, elle s'y fond & s'élève comme une huile à la surface de ce liquide; elle y devient concrète par le refroidissement.

3°. Les alkalis fixes caustiques, liquides, dissolvent à froid cette substance. En triturant lé-

gèrement ces cristaux dans un mortier avec une lessive caustique de potasse & de soude concentrées, on les voit disparaître & se fondre dans les sels. Cette dissolution est très-dissoluble dans l'eau; elle mouffe par l'agitation; les acides, les sels neutres, terreux & métalliques la décomposent; en un mot, elle présente toutes les propriétés du savon. Ces expériences préliminaires ne laissoient point de doutes sur la nature huileuse de ces concrétions, & les suivantes me serviront à déterminer plus exactement les caractères de cette espèce d'huile concrète & cristalline.

4°. L'acide nitrique sans la brûler ou l'enflammer, comme il fait beaucoup d'huiles, l'a dissoute tranquillement, sans chaleur, sans effervescence; la dissolution ressembloit un peu à celle du camphre, qu'on nomme communément dans les pharmacies *huile de camphre*. L'eau la décomposoit & en séparoit des flocons & des lames cristallines sans altération.

5°. L'alcool chaud en dissout une quantité assez grande; la plus grande partie se sépare sous forme cristalline par le refroidissement.

Ces derniers résultats me montrèrent l'analogie la plus frappante entre le blanc de baleine & cette substance cristalline, extraite des calculs biliaires; entre cette dernière & la ma-

tière du foie desséchée à l'air , il n'étoit plus douteux que la source de cette huile concrète ne fût pas dans le foie même. Un troisième fait aussi important que les deux premiers , a mis cette vérité hors de doute.

On n'a décrit avec soin que depuis quelques années (a), une espèce particulière de concrétions biliaires , différentes de celles qui se trouvent le plus communément dans la vésicule du fiel , c'est-à-dire , des calculs cristallins arrondis ou polygones , formés de couches concentriques , grises en dehors , brunes en dedans. Celles dont je veux parler ne sont jamais aussi nombreuses que les premières dans la vésicule ; on ne l'en a jamais trouvée remplie , comme cela a été observé , sur-tout pour les pierres biliaires ordinaires ; presque toujours même on n'en a trouvée qu'une seule , d'un volume à la vérité plus considérable que celui des calculs biliaires les plus communs. Ces con-

(a) Voyez Walther , *de Concrementis terrestribus in variis partibus corporis humani repertis* , in-fol. page 47. Histoire de la Société royale de Médecine , année 1779 , page 218. M. Vicq-d'Azyr est celui qui a le mieux distingué ces espèces de concrétions biliaires cristallines des calculs biliaires ordinaires ; il en a fait graver plusieurs variétés.

crétions solitaires ont quelquefois la grosseur d'un œuf de pigeon ; ordinairement elles présentent le volume d'un œuf de petit oiseau ; elles sont d'une forme à peu-près ovoïde , quelquefois cylindriques , toujours à peu-près arrondies ; mais très-rarement inégales en dehors. Leur couleur est blanche ; quand on les casse , au lieu de couches concentriques brunes , ou de bile simplement épaissie & déposée par couches , comme dans les plus communes de ces pierres , on trouve une structure lamelleuse cristalline , ou striée , brillante , blanche , douce & onctueuse au toucher ; quelquefois cette concrétion , au lieu d'offrir des grandes lames qui mesurent tout son diamètre , ne présente que des stries ; elle varie aussi pour la couleur ; outre le blanc brillant , argentin , ou plutôt micacé ; il en est de jaunes , de verdâtres. Souvent cette concrétion est entremêlée de bile brune en masse ; toujours on y observe un noyau de bile épaissie. Après Haller qui annonce , dans une dissertation publiée en 1749 , beaucoup de faits sur les calculs biliaires , Walther est celui qui a le mieux indiqué la structure de l'espèce qui nous occupe ici. M. Vicq-d'Azyr a traité cet objet avec bien plus de soin & d'exactitude encore que Walther. Mais il remarque , avec raison , que les chimistes ne

connoissent point la nature de ces concrétions. Il observe cependant , après en avoir décrit toutes les variétés , & après avoir présenté pour ainsi dire toutes les nuances de ces cristallisations animales , depuis la pierre biliaire ordinaire semée de quelques stries ou de quelques paillettes , jusqu'à celle qui est entièrement formée de cette matière cristalline , que cette matière paroît être la même que celle qui a été trouvée par Poulletier de la Salle dans les pierres biliaires communes. En effet , ses propriétés chimiques sont parfaitement analogues , comme les expériences que j'ai faites & que je vais décrire , me l'ont appris.

Ces concrétions biliaires cristallisées se ramollissent & se fondent à la chaleur comme la cire , mais à une température plus basse , & absolument comme le blanc de baleine. Elles se figent & se cristallisent par le refroidissement ; l'eau n'a nulle action sur elles ; l'alcool chaud les dissout , & il s'en sépare une grande partie par le refroidissement & sous la forme de lames brillantes & talqueuses. En un mot , elles m'ont présenté toutes les propriétés de la substance résidue du foie desséché & pourri à l'air , & des cristaux brillans que l'alcool sépare des calculs de bile épaisse.

Il paroît donc , 1°. que les espèces de concrétions

tions cristallisées se forment dans la vésicule, lorsque la matière analogue au blanc de baleine qui fait partie des humeurs contenues dans le foie est trop abondante pour rester en dissolution dans la bile ; 2°. que les pierres biliaires ordinaires qui ne semblent être que de la bile épaisse, doivent, en grande partie, leur concrétion & leur formation à la présence de cette matière huileuse concrescible, & à la tendance à se concréter ; 3°. que cette matière abondamment contenue dans les pores, & peut-être même dans le parenchyme ou la propre substance du foie, est la source de plusieurs maladies de ce viscère, & notamment des concrétions de la vésicule du fiel.

En rassemblant tous les faits que j'ai consignés dans le mémoire précédent & dans celui-ci, on pourroit soupçonner que le foie sert particulièrement à évacuer cette humeur huileuse hors du corps humain. Je ferai voir dans une autre occasion que la base colorante de la bile, qui est unie à la soude dans cette liqueur, n'est point une véritable résine, comme l'ont annoncé plusieurs chimistes, & qu'elle a quelques analogies avec la matière des concrétions cristallines ; mais l'histoire complète de cette substance huileuse particulière, ses usages dans l'économie animale, ne peuvent être bien con-

nues que lorsqu'on aura recueilli un plus grand nombre d'observations sur sa véritable nature, sur les circonstances où elle se forme plus abondamment, sur le siège qu'elle occupe. Il me suffit pour le moment d'avoir indiqué plusieurs faits remarquables sur son caractère dans plusieurs parties de notre art.

M É M O I R E

*Sur l'Existence de la matière Albumineuse
dans les végétaux ;*

Par M. DE FOURCROY.

LES travaux des chimistes modernes sur les substances végétales , offrent au philosophe qui médite sur les progrès des sciences , deux résultats généraux également importants ; l'un est la découverte de plusieurs principes qu'on ne connoissoit point autrefois dans les plantes , l'autre est l'analogie de plusieurs de ces principes avec les matières d'un autre règne , & sur-tout avec celles du règne animal. Le glutineux trouvé par Beccari dans la farine de froment , est la première découverte qui a donné,

pour ainsi dire , naissance à toutes les autres découvertes successives ; ce savant a très-bien fait sentir que cette matière, déjà presque animalisée, annonçoit les plus grands rapports avec les substances animales , & rendoit nécessaire une comparaison chimique plus exacte entre les principes de ces deux règnes, que celle qui avoit été faite jusque là. Rouelle , en parlant de plantes qui donnent de l'ammoniaque dans leur analyse par le feu , les a nommées plantes animales , & a bien déterminé par - là l'intention, où il étoit de comparer les substances végétales à celles du règne animal. L'analogie trouvée & reconnue par un grand nombre de Chimistes , entre les huiles végétales & les graisses animales , entre les émulsions & le lait , entre les mucilages fades & les gelées , entre le sucre végétal proprement dit & le sucre de lait , ne pourroit que porter toutes les idées & tous les efforts vers le travail comparé dans l'analyse de ces deux classes d'êtres organisés. Ainsi tandis que l'anatomiste & le physiologiste recherchoient & démontroient de véritables rapports de structure & de fonctions entre les végétaux & les animaux , pendant qu'une nouvelle espèce d'anatomie composée découvroit une analogie dans la forme & les usages des organes des plantes avec ceux des animaux, la chimie

trouvoit de son côté des analogies dans la nature des matériaux qui composent les corps de ces deux classes d'êtres , & confirmoit à sa manière leur association dans un seul règne connu sous le nom de règne organique ou organisé, opposé à la masse morte brute & inorganique des minéraux.

M. Berthollet vient encore d'ajouter à cette analogie entre les principes composans des végétaux & des animaux , en trouvant, il y a quelques années , dans plusieurs parties des premiers l'azote ou la base de l'ammoniaque & de l'acide nitrique , &c. qui est fixée en grande quantité dans les matières animales , & à laquelle ces dernières doivent , comme l'a démontré ce savant, la propriété de fournir de l'ammoniaque , par l'action du feu , & de passer promptement à la putréfaction. Aussi les substances végétales qui contiennent de l'azote présentent-elles absolument les mêmes caractères ; telles sont le glutineux , la fécule verte , les semences cornées. J'ai déjà rassemblé dans un chapitre particulier de la troisième partie de mes Elémens de chimie , les points les plus évidens des analogies de nature & de composition que présentent les végétaux & les animaux. C'est pour ajouter un trait de plus à ces analogies que j'exposerai dans ce mé-

moire une suite de faits sur la présence de la matière albumineuse dans les végétaux. Je rappellerai d'abord ici les caractères chimiques de l'albumen animal. Une consistance souvent épaisse & filante , la saveur fade , la dissolubilité dans l'eau froide , la concrescibilité par la chaleur , la dissolubilité par les alkalis , & sur-tout par l'ammoniaque , se séparer de tous les liquides où il est dissous par la température de l'eau bouillante , passer à la putréfaction sans acidité , telles sont les propriétés qui caractérisent la substance albumineuse. Les premières observations qui m'ont fait soupçonner & bientôt reconnoître sa présence dans les végétaux , sont relatives aux phénomènes de la défécation de leurs sucS exprimés. On fait que pour déféquer les sucS de cochléaria , de cresson , de raifort & de toutes les plantes anti-scorbutiques , on plonge la bouteille qui les contient dans un bain marie ; bientôt la fécule verte qui en troubloit la transparence se prend en petits flocons durs & presque arrondis qui viennent nager à la surface du liquide , & se séparent très-aisément par la filtration. Il est aisé de concevoir que sans la propriété de se coaguler par la chaleur ; propriété qui appartient exclusivement à l'albumen , cette défécation ne s'opéreroit pas par la seule action du

bain-marie. Mais ce premier apperçu devoit être confirmé par des expériences plus directes. La matière coagulée dans ses suc par le procédé indiqué ne pouvoit pas être considérée comme de l'albumen pur, puisqu'elle est très-colorée & entraîne avec elle la partie verte des suc. Je suis parvenu à séparer ces deux substances, & à obtenir l'albumen végétal pur à l'aide du procédé suivant. J'ai pris deux livres de suc de creffon jeune; je l'ai filtré à froid, & immédiatement après l'avoir exprimé à travers un simple papier; j'ai eu par ce moyen la fécule verte la plus grossière, & le suc a passé clair & encore d'un beau vert. Je l'ai exposé à l'air dans un vase très-plat; le thermomètre marquoit ce jour-là 23 degrés; en deux heures le suc s'est troublé & a changé de couleur; on y voyoit flotter une fécule d'un vert foncé, beaucoup plus fine que la première. Filtrée une seconde fois au papier, on a obtenu cette seconde portion de fécule, & le suc n'étoit plus alors que d'un vert pâle. Il a été plongé dans cet état dans un bain-marie d'eau bouillante; après quelques minutes, il s'est troublé par la séparation & la coagulation d'une grande quantité de petits grumeaux blanchâtres. Une seconde partie de ce suc laissée à l'air, a présenté au bout de deux jours des

flocons

floccons gris de la même matière ; enfin , l'acide sulfurique a séparé d'une troisième portion de ce suc décoloré , des grumeaux assez solides de la matière : cette substance coagulée , bien séparée & lavée à l'eau distillée froide , a présenté toutes les propriétés de l'albumen animal. Les alkalis l'ont facilement & promptement dissoute ; l'eau bouillante ne l'a point altérée , & lui a au contraire donné plus de solidité ; elle m'a même offert une des propriétés du véritable albumen animal , que je ne m'attendois pas à y trouver ; c'est la couleur verte qu'elle a fait prendre aux teintures végétales , & spécialement à celle de mauve. J'ai distillé deux gros de cette substance coagulée , séparée du jus de cresson ; elle a fourni une quantité assez notable d'ammoniaque ; laissée avec un peu d'eau au contact de l'air chaud , elle s'est gonflée , elle a bientôt exhalé une odeur ammoniacale très-fétide , & a donné tous les signes de la putréfaction la plus forte. On fait d'après ce phénomène , pourquoi les suc des plantes crucifères se corrompent si promptement , & l'on connoît la source de l'odeur infecte qu'ils répandent en se gâtant. On a fait sécher une portion de cette substance albumineuse retirée du suc de cresson , en l'exposant à l'air sec & chaud , après l'avoir bien égouttée dans du pa-

pier, elle a pris de la ductilité & de la transparence comme une espèce de colle-forte.

Les suc^s de chou & de cochléaria m'ont donné par la chaleur un coagulum albumineux parfaitement semblable à celui du creffon.

La racine de patience présentée, à l'égard de l'albumen qu'elle contient, un fait très-remarquable. On connoît en pharmacie l'extrait brun rougeâtre que fournit assez abondamment la racine de patience dans l'état parfait. Ayant une fois des racines de cette plante, très-jeune, pour en préparer l'extrait, je les trouvai remplies d'une si grande quantité de suc, que je les fis réduire en pulpe & exprimer; le suc exprimé étoit presque sans couleur, il n'avoit point de saveur amère; en le soumettant à l'évaporation, on n'en obtint pas un atôme d'extrait; mais au lieu de ce principe, il s'en sépara une grande quantité de flocons blancs, concrets, semblables à ceux du fromage qu'on extrait du petit-lait pendant sa clarification; une partie de cette matière concrète se précipita au fond de la liqueur; une autre portion s'éleva en une écume considérable à la surface du suc, qui prit en même tems, par les progrès de l'évaporation, la consistance mucilagineuse: ces flocons, bien lavés, m'offrirent toutes les propriétés de l'albumen.

Une autre circonstance dans laquelle on observe facilement cette matière dans les végétaux, c'est l'analyse de l'eau du lavage de la pâte de farine de froment. On fait que pour extraire la matière glutineuse on lave la pâte avec une grande quantité d'eau qu'on fait tomber en filet ; ce liquide entraîne avec lui la substance amilacée, & laisse le gluten dans la main de l'opérateur ou sur le terrain qui sert à l'expérience faite plus en grand ; l'eau s'éclaircit à mesure que l'amidon s'en précipite. Lorsque l'eau est bien claire & filtrée à travers un papier joseph, si on la fait bouillir, il s'en sépare des flocons blancs d'une matière concrète qui se déposent au fond du vase, & qui forment aussi une écume à la surface de la liqueur. Ces flocons blancs, recueillis avec soin & bien lavés, ont présenté toutes les propriétés de la matière albumineuse ; ainsi, voilà deux substances animales contenues dans le froment, l'une le gluten analogue à la partie fibreuse des muscles des animaux, l'autre semblable à l'albumen qui existe en si grande proportion dans les liquides des animaux.

Cette matière que nous avons indiquée déjà dans un assez grand nombre de végétaux, mais dont nous avons trouvé des traces dans un beaucoup plus grand nombre d'autres, existe

en général dans toutes les plantes vertes & dans toutes leurs parties molles & succulentes ; il paroît qu'elle se condense, s'épaissit par le travail de la végétation, & qu'elle contribue à la formation de leurs parties solides. En effet, j'en ai obtenu des quantités notables des bois jeunes, des tiges vertes ; mais le bois sec n'en donne plus sensiblement, parce que cette matière y a pris la consistance solide. C'est sans doute à son existence qu'est due l'odeur putride & manifestement ammoniacale que prend l'eau dans laquelle on a laissé infuser un bois quelconque ; je suis d'autant plus porté à le croire, que je suis sûr, d'après mes expériences, que le bois flotté ne donne pas autant d'aminoniaque à la cornue que le bois neuf.

En recherchant la matière albumineuse dans tous les végétaux que j'ai eu occasion d'analyser depuis la première découverte, j'ai reconnu que toutes les substances végétales, acides, & en particulier les fruits, ne contiennent pas un atome d'albumen, & qu'on y trouve au contraire constamment de la gelée. Tels sont les suc d'orange, de citron & de groseille, qui donnent une grande quantité de matière gélatineuse, & dans lesquels on ne trouve pas de trace de substance albumineuse. D'un autre côté, j'ai vu souvent l'albumen du sang former

avec les acides nitrique , muriatique & acéteux ; une espèce de gelée soluble dans l'eau , fusible par la chaleur , & coagulable par le refroidissement. Il seroit donc possible que l'albumen qui existe dans toutes les substances végétales jeunes & dépourvues d'acide , se convertît par la combinaison avec les acides & à mesure que ceux-ci se forment par les progrès de l'âge & de la végétation en substance gélatineuse.

M. Thouvenel a déjà eu les mêmes idées de la gelée des matières animales ; ne pourroit-on pas croire d'après cela que toute gelée est une combinaison d'acide & d'albumen ? n'est-ce pas pour cela que tous les végétaux acides ne donnent point d'albumen , tandis que ceux qui contiennent de l'albumen ne donnent pas d'apparence d'acide ? N'en seroit-il pas de même de la gelée animale ? si cette substance n'est pas acide , elle a au moins beaucoup de tendance à le devenir , & on sait qu'il suffit qu'elle absorbe une petite portion d'oxigène pour prendre le caractère d'acidité. Enfin , est-il hors de vraisemblance que la gelée ne diffère de l'albumen que par une proportion plus grande d'oxigène ?

L'albumen extrait des végétaux & desséché , donne à la distillation du carbonate ammoniacal , de l'huile rouge fétide , du gaz hydrogène.

& carbonique ; il laisse dans la cornue un charbon léger , difficile à incinérer , & dont je n'ai pas encore pu obtenir assez de cendre pour en faire l'examen.

O B S E R V A T I O N S

DE M. HASSENFRATZ,

Relatives à un Mémoire de M. BERLINGHIERI.

M. LÉOPOLD Vacca-Berlinghieri vient de publier dans le Journal de Physique du mois d'août 1789, un Mémoire sur la chaleur, dans lequel *il lui semble démontré que la théorie de M. Crawford est fautive , non-seulement par elle-même , mais parce qu'elle est appuyée sur une méthode erronée.* Je suis bien éloigné d'adopter la théorie de M. Crawford dans toutes ses parties ; mais tout en rejetant ce qu'il a d'hypothétique & de hasardé , comme la détermination de la quantité de chaleur comparative que les corps contiennent , personne ne rend plus de justice à ses lumières & à la sagacité avec laquelle il a fait un grand nombre d'expériences ingénieuses , toutes propres à reculer les bornes

de nos connoissances sur une matière aussi intéressante que celle de la chaleur.

M. Berlinghieri condamne la théorie de M. Crawford, parce que ce savant n'a point fait entrer dans son calcul de la chaleur que le sang acquiert par la respiration, par l'absorption du gaz oxigène, & par la combustion du sang qui produit cette absorption, la vapeur aqueuse que l'on rend à chaque expiration; & il cherche à prouver, d'après les données & les calculs de M. Crawford, que, si cette vapeur est prise dans le sang à l'état liquide, pourvu que son volume soit la 47^e partie de l'air rendu dans chaque expiration, la quantité de chaleur nécessaire pour faire passer cette eau à l'état de vapeur, étoit tout ce que l'air atmosphérique auroit pu laisser dégager, en formant avec le carbone du sang, le gaz acide carbonique que l'on rend en même tems. D'où il paroît suivre que dans cette supposition le sang n'acqueroit pas de chaleur par la respiration. Or, comme il n'est personne qui ne soit persuadé que cette vapeur forme plus du dixième de l'air expiré, la respiration devoit produire un effet contraire à celui de M. Crawford.

On voit que tout le reproche que M. Berlinghieri fait à la théorie de M. Crawford,

tient à la supposition que la vapeur aqueuse que l'on rend dans chaque expiration , a été puisée à l'état liquide dans les poumons. Quelle preuve M. Berlinghieri apporte-t-il , pour appuyer cette hypothèse ? aucune ; & c'est cependant avec une supposition hasardée que M. Berlinghieri veut détruire l'enchaînement d'une foule de faits , par lesquels M. Crawford & tous ceux qui l'ont devancé & suivi , sont parvenus à la même conclusion.

Si M. Berlinghieri se fut donné la peine d'examiner avec impartialité la grande quantité d'expériences de différentes sortes qui mènent à la conclusion de M. Crawford & des autres savans , sur la cause de la chaleur animale , il auroit vu que cette vapeur aqueuse rendue dans chaque expiration est composée , 1°. de l'eau déjà en vapeur & dissoute dans l'air atmosphérique ; & 2°. de l'eau formée dans les poumons par l'union d'une portion de l'hydrogène du sang avec une portion du gaz oxygène de l'air inspiré. Or comme dans la formation de l'eau par l'union de l'hydrogène & du gaz oxygène , il y a toujours une grande quantité de chaleur dégagée , cette vapeur contribue à augmenter la chaleur interne au lieu de la diminuer , comme le conclut M. Berlinghieri.

Cette formation de l'eau dans les poumons

paroît démontrée, 1°. par la proportion de gaz acide carbonique expiré qui est moindre que celle qui devroit être rendue proportionnellement à la quantité de gaz oxigène disparue ; & 2°. par la quantité de vapeurs rendues , dont la différence avec celle que l'air atmosphérique contenoit , est telle que sa quantité d'oxigène est à peu-près celle qui a été absorbée de plus que la quantité employée à former l'acide carbonique.

On peut voir à la fin du volume de 1783 des Mémoires de la société royale de médecine, un Mémoire de M. Lavoisier, dans lequel il détaille des expériences qui le conduisent à cette conclusion.

Je crois inutile de discuter plus longuement le Mémoire de M. Berlinghieri, parce que les autres erreurs qu'il suppose à la théorie de la chaleur, ne sont que des faits de son hypothèse sur la vapeur aqueuse rendue dans chaque expiration, & parce qu'il paroît vouloir attaquer la doctrine de M. Lavoisier aux Ouvrages duquel je crois devoir renvoyer les personnes qui ne la connoïtroient pas.



E X T R A I T
DU TROISIÈME VOLUME
DES NOUVELLES EXPÉRIENCES
DE M. INGEN-HOUSZ;

Par M. HASSENFRATZ.

LE troisième volume des nouvelles expériences de M. Ingen-Housz est le résultat de plusieurs mémoires écrits en différens tems, & dont la plupart est déjà imprimée parmi les mémoires de la société royale de Londres, les journaux de Physique, &c.

Le premier mémoire de ce volume contient les expériences que M. Ingen-Housz a faites sur cette substance particulière que M. Priestley a nommée *matière verte*, qui se forme spontanément dans des vases pleins d'eau, exposés à l'action de l'air. Si cette substance qui a beaucoup d'analogie avec la *conserva rivularis* & la *tremella nosfoc*, doit, ainsi que ces deux dernières, être placée dans le règne végétal, & si la propriété de produire du gaz oxigène dans

l'acte de la vie & de l'accroissement appartient seulement aux végétaux , il paroîtroit suivre des expériences de M. Ingen-Houfz , qu'il existe dans ces trois substances un passage insensible du règne animal au règne végétal , & *vice versa*. Ce résultat est trop piquant pour ne pas donner un extrait un peu détaillé des observations qui y conduisent.

De l'eau bouillie , enfermée dans une bouteille renversée sur du mercure , ne produit point de matière verte , quelque tems qu'on tienne cette bouteille exposée à la lumière ; de l'eau de source au contraire , en produit presque toujours ; & de l'eau bouillie , exposée au contact de l'air , finit avec le tems , par en former , ce qui paroîtroit établir que plusieurs eaux contiennent le germe de la matière verte , que ce germe peut y être déposé par l'air , & qu'il se détruit par l'ébullition.

Cette eau bouillie , enfermée dans une bouteille sur du mercure , produit de la matière verte ; si l'on y mêle de la viande , du sang , du poisson , de la bile , de la fiente de vache , de pigeon , du chou , des pommes de terre , de l'indigo , &c. &c. , d'abord ces substances se décomposent , l'eau se trouble , il se dégage un mélange des gaz hydrogène , azote & acide carbonique ; l'eau verdit ensuite , & au lieu de

ces airs, on ne recueille plus que du gaz oxygène d'une très-grande pureté.

Il ne reste qu'un doute sur la production de la matière verte; c'est que le germe de cette matière n'ait été déposé dans les substances animales & végétales que l'on met dans l'eau bouillie pour la produire, & qu'il n'ait attendu la circonstance de la décomposition de ces substances pour se développer. Il auroit été à désirer, pour ne laisser aucun doute sur cette formation, que l'auteur eût fait bouillir aussi les substances animales ou végétales avec l'eau avant que de les enfermer dans la bouteille sous le mercure. On peut affirmer qu'il ne l'ait pas fait, parce qu'il ne le dit pas positivement.

Si l'on examine avec un bon microscope cette eau lorsqu'elle se verdit, on la voit remplie d'un grand nombre d'animalcules verts qui s'y meuvent librement; ce qu'il y a de particulier dans ces animalcules, c'est que leur forme varie en raison de la substance qui contribue à leur formation: il y a plus, c'est que l'on n'est pas toujours certain d'obtenir les mêmes animalcules avec la même substance.

En suivant la progression de ces animalcules, on les voit au bout d'un certain tems ralentir leur mouvement & s'attacher les uns au bout

des autres en manière de chapelet ; ces chapelets se réunissent par une matière verte , gluante , & ne représentent plus au fond du vase qu'une masse informe qui s'accroît & se boursouffle quoique l'eau soit dépourvue d'animalcules : quelques espèces de ces animalcules changent de forme avant que de se réunir.

C'est cette masse verte , formée d'animalcules réunis , mélangés de petites fibres blanchâtres , qui produit du gaz oxigène à la lumière , que M. Priestley a nommée *matière verte* , & qui a tant de rapport avec la *conserva rivularis* & la *tremella nōfloc.*

Si après avoir laissé sécher cette matière verte on la broie , on délaie dans l'eau la partie broyée , on y retrouvera des petits corps ronds absolument semblables , pour la forme , à ceux que les animalcules prennent avant de s'attacher. Si l'on expose une goutte d'eau contenant de ces corps ronds au foyer d'un bon microscope , si le verre qui contient cette goutte est recouvert d'une lame de talc , afin d'empêcher l'évaporation , on observe d'abord dans ces corps ronds une immobilité parfaite ; quelque tems après , on les voit se mouvoir faiblement & comme par oscillation , ensuite prendre peu à peu plus de mouvement , & acquérir cette célérité & cette vivacité qu'ils avoient avant

de s'être réunis pour former la matière verte; après quoi, ces animalcules se réunissent comme auparavant, & reforment de nouvelle matière verte qui produit du gaz oxigène à la lumière. Le tems que les corpuscules ronds mettent à acquérir du mouvement & à se réunir de nouveau, varie en raison de la température & de leur exposition.

Le rapport de cette matière verte avec la *conferva rivularis* & la *tremella nostoc* dépend non-seulement de ce que l'on trouve des productions filamenteuses comme dans la *conferva*, & des masses informes recouvrant des filamens comme dans la *tremella*, mais de ce que la *conferva* & la *tremella* produisent de la matière verte absolument de la même manière que celle que l'on a obtenue spontanément, & encore de ce que les produits chimiques de ces trois substances sont absolument semblables.

Si l'on prend de la *conferva rivularis*, qu'on la coupe avec des ciseaux en morceaux infiniment petits, & que l'on délaie cette substance dans l'eau, on y voit, avec un bon microscope, que les filamens étoient blancs, remplis de petits globules ronds, verts, & que leur couleur n'étoit due qu'à ces globules. En observant ces globules ronds comme ceux de la matière verte, on leur trouve une forme

absolument semblable à celle des animalcules verts avant leur réunion ; ils sont d'abord sans mouvement , puis ils oscillent , se meuvent librement , se réunissent , & forment de la matière verte.

La *tremella nōfloc* séchée , pilée comme la matière verte , produit le même phénomène.

Indépendamment de cette conformité de résultats entre ces trois substances , M. Ingen-Houfz a quelquefois obtenu dans ces vases de véritable *conferva* au lieu de matière verte ; & il est parvenu à produire des *tremelles* en étendant sur un morceau de liege flottant dans l'eau un paquet de filament de *conferva rivularis* , de façon que les deux extrémités de ces filamens flottassent dans l'eau , & que leur milieu appuyé sur le liege restât au-dessus de la surface ; dans cette situation , les deux extrémités s'étendent en longueur , tandis que le milieu ne pouvant s'étendre aussi , se boursouffle & s'enveloppe d'une matière gélatineuse.

Il y a cependant entre ces trois substances ces différences :

1°. Que si on les hache toutes les trois , la matière verte seule produira aussi-tôt du gaz oxygène ; tandis que les deux autres dégageront avant des gaz hydrogène , azote & acide carbonique.

2°. Qu'en les séchant, la *tremella nostoc* reprend, en la mettant dans l'eau, sa propriété de dégager de l'oxigène, & que la matière verte & la *conserva rivularis* font quelque tems avant de le faire.

Concluons avec M. Ingen-Houfz, que ces trois substances qu'il a si bien observées sont très-probablement des zoophytes ou plantes d'une nature particulière, qui jouissent dans deux tems différens de la propriété des animaux & des végétaux, & rendent du gaz oxigène comme ces derniers. Ces observations neuves, piquantes & intéressantes mériteroient bien d'être suivies, ne seroit-ce que pour porter de nouvelles lumières sur le passage du règne végétal au règne animal.

A la suite de ce mémoire est une lettre de M. J. Van-Breda, sur les essais de l'air atmosphérique, dans lequel il présente le résultat d'une année d'expériences journalières d'essais de l'air atmosphérique avec l'eudiomètre de M. Fontana, c'est-à-dire, par le mélange d'une mesure d'air atmosphérique avec une mesure de gaz nitreux dans un long tube, secouant ces airs aussi-tôt après le mélange, & déterminant ensuite la quantité d'absorption réciproque. Ces essais ont été faits sur deux sortes d'eau, sur de l'eau de

de pluie & sur de l'eau de source ; les résultats d'absorption sont ,

<i>An & mois.</i>	<i>Nombre des époques.</i>	RÉSULTATS DES ESSAIS	
		<i>dans l'eau de pluie.</i>	<i>dans l'eau de source.</i>
1781.			
Août.	4	1,017	1,141
Septembre.	23	1,019	1,107
Octobre.	22	1,016	1,054
Novembre.	24	1,015	1,051
Décembre.	18	1,011	1,053
1782.			
Janvier.	22	1,018	1,052
Février.	16	1,007	1,042
Mars.	16	1,018	1,064
Avril.	13	1,017	1,058
Mai.	11	1,021	1,059
Juin.	9	1,023	1,071
Juillet.	9	1,030	1,120
Août.	8	1,014	1,108

On voit d'après ce tableau , que la différence d'oxigénation de l'air atmosphérique paroît varier de l'été à l'hiver ; on voit encore que la

différence des résultats varie beaucoup en raison de la nature de l'eau que l'on a employée. M. Van - Breda a fait beaucoup d'essais du même air dans différentes eaux, & a trouvé des différences dans chaque essai.

Non-seulement l'essai de l'air atmosphérique par le gaz nitreux donne de grandes différences en raison de la nature de l'eau sur laquelle on opère , mais il en donne encore de très-grandes , en raison des secousses que l'on fait subir au mélange des airs. Ainsi , tandis que les deux airs secoués produisoient , pour le 9 septembre 1781 , 1,015 , le même air non secoué sous la même eau & dans le même instrument donnoit , 1,440.

Malgré ces différences énormes , comme M. Ingen-Houfz & M. Van-Breda ont trouvé qu'en se servant constamment de la même eau , & secouant de la même manière , on avoit toujours les mêmes résultats , ils conseillent de faire usage de ce moyen , de préférence aux autres , dans ces essais d'airs , à cause de sa facilité & de sa promptitude à indiquer un résultat ; ils conseillent de se servir d'eau distillée dans tous les essais , afin qu'ils soient comparatifs ; & pour ménager cette eau , ils préviennent qu'il suffit d'en emplir l'eudiomètre , de quelque nature que soit celle de la cuve.

Le troisième mémoire de cet ouvrage établit que l'air sortant des poudrons des animaux, est moins vicié en hiver qu'en été, & que le rapport de cette *viciation* est à peu près comme 4 : 5.

M. Ingen-Houfz rapporte dans le quatrième mémoire les variations que l'air éprouve en le secouant dans de l'eau de source ; il a trouvé qu'en général l'air diminuoit de volume par ces secouffes, que le gaz oxigène & l'air atmosphérique diminuoient considérablement de bonté, tandis que le gaz hydrogène & l'air atmosphérique, gâtés par le séjour nocturne des plantes, s'y amélioient, c'est-à-dire, que leur proportion d'oxigène augmentoit.

Le cinquième mémoire rapporte des expériences faites par M. Ingen-Houfz, pour connoître la nature & la qualité de l'air contenu dans l'eau ; il a retiré cet air, 1°. en exposant l'eau enfermée dans une bouteille à l'action de la lumière ; 2°. en faisant chauffer l'eau, & 3°. en laissant sa bouteille à l'ombre. L'air retiré de la même eau par l'un ou l'autre de ces moyens a toujours été le même ; mais aussi, il a été différent pour chaque espèce d'eau ; Celle dans laquelle des plantes ont végété rend assez communément un air plus oxigéné que l'air atmosphérique : presque toutes ces eaux

contiennent un peu de gaz acide carbonique, excepté l'eau de pluie.

L'effet de l'électricité sur les plantes fait l'objet du sixième mémoire ; il contient un grand nombre d'expériences exécutées dans le dessein de s'assurer si réellement l'électricité influe sur la végétation. M. Ingen-Housz a trouvé que l'électricité n'influoit en rien sur la végétation.

Des différens moyens proposés pour déterminer la proportion de gaz oxigène contenu dans un air quelconque , M. Ingen-Housz a toujours adopté de préférence celui du mélange du gaz nitreux ; & le septième mémoire contient les expériences que ce savant a faites pour obtenir des résultats comparatifs. Quoique ce moyen, entr'autres défauts, ait celui de ne point pouvoir déterminer la présence de l'oxigène lorsqu'elle est en très-petite proportion dans un air , outre ceux qui ont été indiqués ci-dessus , il le conseille néanmoins comme le plus expéditif & le moins désagréable.

Mademoiselle Elisabeth - Christine Linné , MM. l'abbé Bertholon & Haggren prétendent que l'on apperçoit le soir d'un beau jour d'été des bluettes analogues aux étincelles électriques dans la capucine , l'*aglaphotis* marin , l'*aglaphotis* terrestre , la *tallagssigle*. M. Ingen-Housz cite dans le huitième mémoire les recherches

& les expériences qu'il a faites pour s'affurer de ce phénomène qu'il n'a jamais pu appercevoir, & duquel il doute.

A la suite de ce mémoire est une lettre de M. Rouland, professeur de physique de l'Université de Paris, contenant la description d'une machine électrique à taffetas ; cette machine, est à peu près la même que celle de M. Walleliers de Saint-Amans.

On trouve après cette lettre un mémoire sur l'influence du règne végétal sur l'animal ; un second sur l'origine de l'air vital ; un troisième sur les bouteilles de Leyde & sur les moyens de préserver les magasins à poudre du tonnerre ; ce mémoire contient des questions de M. Ingen-Houfz à M. Francklin, & les réponses que ce dernier lui a faites ; un quatrième sur un coup de foudre à Cremone ; un cinquième sur les effets de fortes commotions électriques, éprouvées par M. Francklin & M. Ingen-Houfz ; & un sixième sur la possibilité de découvrir les différences de gravité spécifique des corps dans les différentes conjonctions des corps célestes. Ce moyen consiste à suspendre un poids à l'extrémité d'un ressort très-flexible, dont la variation de tension puisse être indiquée par une aiguille ou index ; ce moyen paroît avoir deux inconvéniens, 1^o, d'indiquer des variations par

les températures , & 2°. par la pression de l'atmosphère. Nous croyons ne point devoir nous étendre davantage sur ces mémoires , afin de donner un extrait plus détaillé d'une lettre de M. Francklin à M. Ingén-Houfz sur les cheminées.

Après avoir établi & prouvé par des expériences que la fumée est plus pesante que l'air atmosphérique, qu'elle ne monte en haut qu'après avoir été raréfiée par la chaleur, & qu'elle descend au contraire lorsqu'elle n'a pas une température plus élevée que l'air dans lequel elle est mêlée, M. Francklin recherche combien de causes sensibles peuvent faire fumer les cheminées, & il détermine aussi-tôt le remède que l'on peut appliquer à chaque cause.

Les causes qui font fumer ordinairement les cheminées sont , d'après les observations de M. Francklin, au nombre de neuf :

1°. Une fermeture trop exacte dans les maisons, qui empêche une assez grande quantité d'air d'entrer pour alimenter le feu & entretenir le courant qui se forme par le tuyau de la cheminée ; le remède à cet inconvénient est de faire des ouvertures dans la partie supérieure soit des portes ou des croisées par lesquelles l'air extérieur puisse entrer , comme des *woas-ist-dwas*, des moulinets, &c.

2°. *Les trop grandes embouchures des cheminées dans les chambres.* Il est nécessaire que l'embouchure d'une cheminée soit proportionnelle à la grandeur de la chambre , à la hauteur des tuyaux , & à la quantité d'air fourni , afin que l'embouchure en étant toujours remplie , elle forme un obstacle au passage de la fumée ; il suffit dans ce cas simple de rétrécir l'ouverture des cheminées,

3°. *Un tuyau trop court.* Il y a deux manières d'empêcher de fumer une semblable cheminée , la première de hauffer le tuyau , & la seconde de resserrer l'embouchure de la cheminée de manière à obliger tout l'air nécessaire à l'aliment du feu à passer à travers ou très-près du feu , afin de l'échauffer davantage & acquérir par-là une plus grande légèreté. M. Francklin observe que lorsque l'on fait un tuyau commun pour deux cheminées , la hauteur réelle du tuyau aspirant pour chaque cheminée ne doit se compter que de l'embouchure des cheminées , jusqu'à la réunion des deux tuyaux ; qu'ainsi il pouvoit arriver qu'un très-long tuyau commun à deux cheminées les fît fumer , parce qu'il seroit trop court dans chacune.

4°. Lorsque les cheminées de deux chambres tirent le même air , & que leur force aspirante se contre-balance l'une l'autre , il faut détruire

cette communication & fournir à chaque chambre les moyens de tirer son air de l'extérieur.

5°. Quand le sommet des tuyaux est *dominé par des édifices plus hauts ou des éminences*, on corrige ordinairement ce vice par un *tournant ou gueule-de-loup*.

6°. Quand l'éminence qui domine le vent est placée au-delà de la cheminée, il faut élever le tuyau au-dessus du toit, & le soutenir avec des barres de fer.

7°. Quand une porte placée sur la façade & près d'une cheminée y dirige son ouverture de manière que le courant d'air qui entre nécessairement en ouvrant la porte, se porte le long de la cheminée, & l'oultre-passant, entraîne une partie de la fumée dans la chambre, il ne faut ici qu'un paravent pour rompre le courant, ou bien changer la direction de l'ouverture de la porte.

8°. Lorsque par le peu d'habitude de faire du feu dans une chambre, elle se remplit de la fumée des autres cheminées qui descend par son tuyau; il faut fermer parfaitement le tuyau par une coulisse horizontale.

9°. Enfin, il y a des cheminées qui tirent généralement bien, & qui cependant donnent quelquefois de la fumée dans les chambres, parce qu'elle est *entraînée en bas par des vents violens qui passent sur le sommet de leurs tuyaux*.

Ce cas qui arrive assez ordinairement dans les tuyaux courts , pourroit être corrigé par un *tournant* ou *gueule - de - loup* ; mais il n'a pas encore été essayé.

M. Francklin termine cette lettre en conseillant l'usage du charbon de terre & celui des poêles , comme les plus propres à ménager le combustible ; il donne une description succincte de sa cheminée de Pensilvanie , qui commence à être employée dans Paris , & qui consiste à faire venir directement du dehors l'air qui doit entrer dans l'appartement , & à le faire circuler derrière des plaques de fonte échauffées avant de le laisser déboucher , de manière qu'on reçoit continuellement un air qui chauffe l'endroit & détermine plus volontiers le cours de la fumée. Il fait sentir l'avantage qui résulte pour l'augmentation du travail , & conséquemment pour l'aisance des habitans de ménager le combustible , afin que tous les hommes puissent se chauffer commodément & à bon marché. Il combat fortement le préjugé qui faisoit craindre de coucher dans une chambre les croisées ouvertes , à cause des prétendus maux causés par l'air humide , & il les combat d'après des expériences faites sur lui.

Les mémoires de M. Ingen-Houfz qui suivent cette lettre & qui terminent cet ouvrage sont au

nombre de sept ; le premier a pour objet quelques nouvelles manières de suspendre les aiguilles de boussole ; le second est un précis de quelques expériences sur l'oxide de manganèse & les propriétés de l'acide muriatique oxygéné, extrait des expériences de MM. Schéele, Berthollet, Lavoisier & Pelletier ; le troisième contient l'opinion de M. Ingen-Houfz, sur la théorie de la détonnation de la poudre à canon, de la poudre fulminante, de l'or, de l'argent & du mercure fulminant ; le quatrième a pour objet quelques remarques sur la malléabilité, la fusibilité & l'usage du platine. M. Ingen-Houfz a publié depuis plusieurs années des expériences sur les qualités conductrices de la chaleur de différens métaux ; il vient d'y ajouter les expériences qu'il a faites sur le platine, & qui sont contenues dans un cinquième mémoire, d'où il résulte que l'argent est le meilleur conducteur, le plomb le plus mauvais, & que le platine est aussi mauvais conducteur que le plomb, s'il ne l'est pas davantage. Les métaux rangés suivant leur qualités conductrices sont l'argent, l'or, le cuivre, l'étain, le fer, l'acier, le plomb & le platine. Le sixième mémoire contient l'extrait des expériences de M. Bertoud, sur la dilatabilité des métaux qui établissent qu'une verge métallique de 461 lignes de long à zéro du

thermomètre de Réaumur , étoit allongée à 127 degrés , acier recuit de $\frac{69}{360}$ lignes , acier battu à froid $\frac{74}{360}$, fer recuit $\frac{75}{360}$, acier trempé $\frac{77}{360}$, fer battu $\frac{78}{360}$, or recuit $\frac{82}{360}$, or tiré à la filière $\frac{94}{360}$, cuivre rouge $\frac{107}{360}$, argent tiré à la filière $\frac{119}{360}$, cuivre jaune $\frac{121}{360}$, étain $\frac{160}{360}$, plomb $\frac{193}{360}$, verre $\frac{62}{360}$, & un extrait des expériences de MM. *Van-Marum* & *Charles* , sur les qualités conductrices de l'électricité des métaux, M. *Van-Marum* a fait voir que le cuivre rouge étoit meilleur conducteur que le fer , & M. *Charles* , que l'or étoit meilleur conducteur que l'argent , l'argent meilleur conducteur que le fer , & que le plomb est le plus mauvais conducteur de tous. Enfin , le septième mémoire compare les pesanteurs du platine prises dans différens états par plusieurs savans , à la pesanteur spécifique de l'or & de l'argent.



SUITE DES EXTRAITS
DU SECOND VOLUME
DES ANNALES DE CRELL,
POUR L'ANNÉE 1788;

Par M. le Baron DE DIETRICH.

V I I.

LES sels muraux connus jusqu'à présent, sont les nitrates de potasse & de soude, la soude pure ou mêlée de chaux, le sulfate de magnésie qui effleurit sur le schiste argilleux dont est construit le château de Schwartzbourg en Thuringe; il faut y ajouter le sel qui se forme communément sur les murailles des anciens bâtimens de la ville de Hambourg; où les constructions sont faites en briques. Ce sel vient d'être examiné par M. Gmelin, professeur à Goettingue; il a trouvé que c'étoit du sulfate de soude.

Lorsque ces briques ont été long-tems dans l'eau avant d'être employées, les bâtimens en

sont plus solides , & il ne se forme point de ce sel sur les murailles.

V I I I.

Plusieurs huiles volatiles ont souvent une couleur beaucoup plus foncée que celle qu'elles devroient avoir. M. Bindheim de Moscow observe que si l'on distilloit lentement avec une certaine quantité d'eau , les parties fraîches lorsqu'elles sont en fleurs , l'huile volatile que l'on en obtiendrait seroit peu colorée ; tandis qu'en employant la plante déjà fanée , l'huile est d'une couleur un peu plus foncée , & que si la plante est entièrement desséchée , cette couleur l'est encore plus , sur-tout si l'on a renfermé la plante avant qu'elle fût bien séchée , & si l'on a poussé fortement la distillation. M. Bindheim attribue cette différence à celle de la quantité de *phlogistique*.

En distillant ces huiles brunes & très-foncées en couleur , il en a retiré de très-claires & telles qu'on les obtient des plantes toutes fraîches ; il croit même qu'en réitérant la distillation on pourroit la décolorer entièrement. Il a particulièrement opéré sur les huiles de menthe frisée (*mentha crispa*) , & de menthe poivrée (*mentha piperita*).

Ce chimiste a distillé cette dernière avec de la poudre de charbon ; l'huile fut un peu plus colorée que celle qu'il avoit obtenue en distillant avec de l'eau ; le résidu avoit une odeur aromatique très-forte , très-analogue à celle du camphre. M. Bindheim se propose de faire des expériences sur ce résidu.

I X.

M. Hermann de Catharinenburg en Sibérie annonce qu'on a retiré des anciens déblais des mines de Filiposkoi-Rudnick sur les rives de l'Ulba, dans les montagnes Attaïques, du muriate d'argent dans du quartz caverneux, mêlé d'ocre jaune. Le pud (a) de ce minéral tient 85 à 159 solot. d'argent très-riche en or, & 1 à 1 $\frac{1}{2}$ de plomb.

Du quartz mêlé de feld-spath & d'ocre rouge, également retiré de ces déblais, lui a donné par pud 2 à 12 solot. d'argent, & 3 à 7 liv. de plomb ; enfin, de l'ocre jaune un peu durcie sans quartz ou mêlé de fort peu de cette substance, lui a donné par pud $\frac{3}{4}$ à 11 solot. d'argent, & 2 à 16 liv. de plomb ; il en con-

(a) Le pud vaut 40 livres de Russie ; le solotnick pèse un peu plus qu'un gros.

clut qu'on doit attendre de ces fouilles nouvellement reprises la plus grande richesse (a).

M. Hermann a trouvé du feld-spath verdâtre & châtoyant dans des montagnes de granit, du gouvernement d'Ufimski, à douze werstes de la forteresse de Tshébankulski. Il annonce qu'il va publier à Berlin la description des monts Urals. Quoique celles de ces montagnes qui se trouvent aux environs d'Ecatherinenbourg ne renferment point de corps marins fossiles, on vient d'y trouver à quatre pieds de la surface du terrain & au-dessus des riches mines d'or une dent d'éléphant presque entièrement décomposée.

X.

Selon MM. Kirwan & Westrumb, la magnésie calcinée ne s'enflamme qu'avec de l'acide sulfureux, & point avec l'acide sulfurique : M. Richter de Halle a observé que ce dernier produisoit le même effet. M. Lucac de la même

(a) Ces morceaux avoient été jetés sur les déblais comme gangues. Les essais de M. Hermann doivent apprendre aux directeurs d'exploitation qu'il faut souvent essayer les gangues, afin de ne pas commettre de telles fautes.

ville s'est assuré qu'aucune des autres terres ne présentait ce phénomène.

« Si l'on admet, dit M. Richter, que l'in-
» flamination provient dans cette expérience
» du dégagement du feu qui s'est interposé
» pendant la calcination entre les molécules
» de la magnésie, l'acide sulfurique & l'acide
» sulfureux, doivent produire le même effet,
» parce que, se combinant l'un & l'autre avec
» la magnésie, ils opèrent également ce déga-
» gement; & si l'acide nitrique le plus con-
» centré ne produit pas le même effet, c'est
» qu'il se dégage beaucoup de gaz nitreux, &
» que le feu est absorbé par ce gaz ».

X I.

M. Scopoli a obtenu les résultats suivans de la dilatation qu'il a faite d'un pouce cube de différens bois résineux :

Espèce

Espèce de bois.	Pesanteur spécifique.	Poids effectif.	Liquor acide.	Huile.	Charbon.		Temps de l'incinération du charbon.	Poids de la cendre.
					Pesanteur spécifique.	Poids effectif.		
Pin de montagne (a).	0,581		d. gr. 6 14	gr. 20	0,232	d. 2	min. 37 $\frac{1}{2}$	gr. $\frac{1}{2}$
Melèze (b).	0,512	d. gr. 10 17	6 18	16	0,199	2 7	32	$\frac{1}{4}$
Pin sauvage (c).	0,484	30 2	6 20	18	0,153	1 21	27	$\frac{1}{4}$
Pin cultivé (d).	0,329	6 20	3 18	14	0,099	1 9	21	
Sapin (e).	0,328	6 15	3 20	10	0,093	1 7	16	$\frac{1}{2}$

(a) Krummholzbaum. *Pinus montana*.
 (b) Lerchenbaum. *Pinus larix*.
 (c) Kiefernholz. *Pinus silvestris*.
 (d) Arvenholz. *Pinus pinea*.
 (e) Tannenholtz. *Pinus abies*.

Le même article contient les expériences que M. Scopoli a faites avec la térébenthine , l'huile de sapin , la résine de pin & la poix noire ; on les trouvera à la suite de ces articles détachés.

X I I.

Pour analyser les sulfates de baryte , M. Afzelius d'Upsal se sert de la méthode suivante. Après avoir déterminé leurs caractères extérieurs , leur manière de se comporter avec l'eau , le vinaigre , au chalumeau , au feu sans addition , & avec addition du poussier de charbon , M. Afzelius mêle 2 parties $\frac{1}{2}$ de carbonate de soude bien séché & pur avec une partie de sulfate de baryte pulvérisé & calciné. Il expose ce mélange pendant une heure & demie au feu du fourneau de fusion , en prenant garde qu'il ne se fonde ; il lessive la masse ainsi poussée au feu dans de l'eau bouillante (1).

Il fait bouillir pendant trois heures , avec 100 parties de vinaigre distillé , ce que l'eau n'a pu dissoudre (2).

Il verse de l'acide sulfurique sur la portion qui a résisté au vinaigre , l'évapore ensuite à siccité (3) ; il en lessive le résidu avec de l'eau bouillante , de manière qu'il n'en reste plus que la filice pure.

La dissolution (1) renferme tout l'acide sulfurique contenu dans la pierre ; il en est précipité par l'acétite de baryte sous forme de *spath pesant pur*, ou sulfate de baryte.

Dans la dissolution (2) il ajoute l'acide sulfurique pour précipiter en sulfate de baryte & de chaux ces deux terres qui se trouvent dissoutes dans la liqueur.

Le sulfate de chaux est de nouveau dissous par l'ébullition avec 500 parties d'eau distillée, & le sulfate de baryte reste intact. Par l'évaporation à siccité de la dissolution acide, on obtient des cristaux de sulfate de magnésie, si la pierre contient de cette terre.

Enfin, pour séparer de la dissolution (3) le fer & l'alumine, on les précipite tout de suite par l'alcali, & ensuite par le prussiate de potasse ferrugineux non saturé. Après toutes ces opérations, il est facile de déterminer les parties constituantes du sulfate de baryte. Voici les résultats des expériences de M. Afzelius sur plusieurs variétés de ces sulfates.

<i>Lieux où ils se trouvent.</i>	<i>Caractères extérieurs.</i>	<i>Pesant. spécifique.</i>	<i>Barite pure.</i>	<i>Sulfure de chaux.</i>	<i>Silice.</i>	<i>Argille & sec.</i>	<i>Carbonate de chaux.</i>	<i>Eau.</i>	<i>Tot.</i>
Sahlberg en Suède.....	{ Cristaux en forme d'hyacinthe jaunâtres, demi transparents.	4,583	79	6	3	4	.....	1 $\frac{1}{2}$	93 $\frac{1}{2}$
Ibid.....	{ Blanc de forme spathique, renfermé dans du mica.	4,488	66	1 $\frac{1}{2}$	10	13	.....	1 $\frac{1}{2}$	91
Cimbrisham en Sionie.....	{ En lames brunâtres, transparentes chatoyant, de forme spathique.	4,401	84	5	7	1 $\frac{1}{2}$	.....	1 $\frac{1}{2}$	98
Kofawara, montagne du Tornea Lappmarek.	{ En rayons spathiques, demi-transparent, gris cendré.	4,532	58	13	12	9	.....	3	95
Ibid.....	{ En lames pyramidales, blanc de lait, opaque.	4,409	71	7	9	11	.....	2	100
Ibid.....	{ De même forme mais rougeâtre.	4,503	73	8	7	8	.....	4	100
Loos en Helgeland.....	{ Ecailleux, grisâtre, demi-transparent.	4,539	93	.....	2	3	.....	1	99
Rolsby en Wermeland.....	{ Grossier, forme spathique, demi-transparent.	4,518	63	2	19	9	.....	2	95
Ibid.....	{ Noirâtre, de même forme.	4,339	59	7	20	11	.....	3	100
Ansoberget en Westmanland.	{ Ecailleux blanc.....	3,892	55	5	18	16	.....	4	98
Kafsafen en Waermeland. ...	{ Forme spathique rougeâtre....	4,333	80	3	2	3	8	2 $\frac{1}{2}$	98
Wingnafen.....	{ Cubique d'un gris fin rougeâtre opaque.	4,391	71	11	13 $\frac{1}{2}$	.....	.....	1 $\frac{1}{2}$	100
Monte Paterno, près Boulogne en Italie.	{ Brillant dans sa cassure, grisâtre demi-transparent.	4,483	62	6	16	14 $\frac{1}{4}$	.....	2	101

X I I I.

M. Hauffmann, directeur de la fabrique de toiles peintes de Colmar, continue avec le plus grand succès à blanchir en grand ses toiles de chanvre & de coton avec l'acide muriatique oxygéné. En peu d'heures, il a blanchi de cette manière tout un service de linge de table. Les toiles grossières coûtent beaucoup plus à blanchir que les fines, parce qu'à mesure égale, les dernières pèsent bien moins que les premières ; de manière qu'en blanchissant pour le public, il faudroit le faire au poids pour y trouver son compte.

Au moyen de l'acide marin oxygéné, on peut détruire dans les étoffes toutes les couleurs, les minérales seules exceptées. Ainsi, les couleurs noires violettes, moirées, &c. tenant toutes des parties de fer, les étoffes qui en sont teintes restent jaunâtres ; mais si d'une lessive alkaline caustique neutralisée par l'acide muriatique oxygéné, on les plonge dans l'acide sulfurique très-étendu d'eau, ce dernier achève d'extraire toutes les parties colorantes, & les étoffes deviennent parfaitement blanches.

X I V.

La semence du treffe rouge (*trifolium pra-*

tense purpureum majus Raii) est employée en Suisse & en Angleterre pour la teinture. M. Vogler de Weilburg a tâché de reconnoître les couleurs qu'il étoit possible d'en obtenir, & il a trouvé que le bain de cette semence donnoit avec la dissolution de potasse, un jaune très-foncé; avec l'acide sulfurique, un jaune clair; avec les dissolutions d'alun & d'étain, un jaune citron; avec le sulfate de cuivre, un jaune verdâtre; enfin, avec l'eau cuivreuse (*kupferwasser*), un précipité d'un verd noirâtre ou verd de bouteille. Les laines imprégnées de ces mordans, & bouillies pendant quelques minutes dans le bain de la semence de treffle rouge, se trouvent très-solidement teintes des différentes couleurs que je viens de nommer. Les jaunes donnent de beau verd avec l'indigo.

Il paroît que cette semence n'est pas uniquement employée dans la teinture pour y faire des couleurs vertes & jaunes; mais que le gluten dont ses décoctions sont chargées peut servir à rendre plus solides & à donner plus de corps à d'autres couleurs. La luzerne (*medicago sativa* Linn.) a donné les mêmes résultats à M. Vogler.

M. Vogler a fait aussi des recherches sur la couleur semblable à celle de la cochenille que

laisse sur le papier blanc la petite fleur d'un rouge foncé qui se trouve dans l'ombelle (a) de la carotte commune (*daucus carota* Linn. *pastinaca tenuifolia silvestris* diof. *vel daucus officinarum* C. B.). L'acide sulfurique convertit cette couleur en rose, & elle résiste long-tems à l'action de l'air. La toile de lin & de coton, la soie & la laine, bien lavées, prennent une couleur lilas dans la décoction de cette fleur : cette couleur est plus vive & plus claire si on ajoute au bain de la dissolution d'étain. Si on y mêle de l'acide sulfurique, celle-là se change en gris lorsqu'on l'expose à l'air ; le sulfate d'alumine lui donne une teinture d'un gris bleu qui devient aussi grise. Le sulfate de fer & l'eau cuivreuse en font une teinture grise verdâtre foncée ; & si on laisse tremper pendant la nuit la laine ou la soie dans l'eau cuivreuse, elles prennent une couleur verd' foncé ; le lin & le coton y deviennent d'un gris verdâtre.

Toutes ces couleurs rougissent aux acides & verdissent avec les alkalis : l'air & le soleil les rendent grises.

(a) Ce sont les fleurs avortées du centre de l'ombelle.

X V.

La recherche de nouvelles espèce d'encre de sympathie a occupé quelques-uns des loirs de M. le docteur Brugnatelli. Les caractères invisibles tracés sur du papier avec une dissolution de nitrate de bismuth ou de mercure, blanchissent & restent opaques lorsque, trempant dans l'eau le papier, celui-ci devient transparent; si l'on sèche le papier, les caractères disparaissent, & cette expérience peut être répétée à plusieurs reprises avec le même succès.

On peut faire paroître de couleur d'or les caractères écrits avec du nitrate de mercure d'un beau jaune pâle, si on plonge le papier dans une dissolution de sulfate de potasse, ou de couleur orangé avec une dissolution de potasse, & de brun café, si on passe dessus un peu de dissolution d'or.

Dans l'acide muriatique oxigéné, on peut faire disparaître des caractères colorés avec des suc de végétaux, & faire prendre de la couleur à ceux qui ne pouvoient s'appercevoir. Les caractères tracés avec du blanc de plomb y deviennent rouges.

Le gaz hydrogène sulfuré donne une couleur rouge foncée aux caractères écrits avec une

dissolution d'or dans l'acide nitro-muriatique ; & aux solutions de mercure , de plomb & de bismuth dans l'acide nitrique , une couleur noire comme celle de l'encre ; enfin , à la dissolution d'argent dans le même acide , une couleur jaune pâle.

Il faut faire l'expérience tout de suite avec la dissolution d'or ; car les caractères jaunissent promptement à l'air , & encore plus vite au soleil. Exposés aux vapeurs de l'esprit-de-vin , ils prennent une très-belle couleur pourpre , de même qu'avec la dissolution d'étain. Si on brûle le papier en rouleau , les caractères prennent au feu une couleur très-vive de sang.

Je ne cite pas toutes les substances dans lesquelles l'auteur a trempé les caractères tracés avec la dissolution d'or pour en varier la couleur.

X V I.

L'établissement d'une fabrique de produits chimiques à Weisbach sur le Loche , dans la principauté de Wohenlohe Ingelfingen , pour y faire usage de l'eau-mère des salines d'Ingelfingen , a fait concevoir à M. Tuckert , apothicaire de ce lieu , le plan d'opérations ci-après :

PREMIER TABLEAU.

1.		
Muriate de soude.	}	(1) Soude.
Potasse.		(2) Muriate de potasse.
2.		
Muriate de potasse.	}	(1) Tartre vitriol.
Sulfate de magnésie.		(2) Muriate de magnésie.
3.		
Muriate de magnésie.	}	Par la distillation ,
		(1) Acide muriatique.
		(2) Magnésie.
4.		
Acide muriatique.	}	(1) Muriate ammoniacal.
Ammoniaque.		

SECOND TABLEAU.

1.		
Sulfate de magnésie.	}	(1) Magnésie.
Carbonate ammoniacal.		(2) Sulfate de potasse.
Muriate de potasse.		(3) Muriate ammoniacal.

2.	part.		
Sulfate de magnésie ,	2	(1) Sulfate de soude.	} Ne peuvent être fabriqués qu'en hiver.
Muriate de soude ,	1	(2) Magnésie.	
Ammoniaque ,	0	(3) Muriate ammon.	
Sulfate de soude ,	2	(4) Soude.	
Potasse ,	1	(5) Sulfate de potasse.	
3.			
Sulfate de magnésie.		(1) Magnésie.	} Ne peuvent être fabriqués qu'en hiver.
Ammoniaque.		(2) Sulfate de soude.	
Muriate de soude.		(3) Muriate ammon.	
Le reste commun (2).		(4) Soude , &c.	

M. Tuckert observe que l'évaporation de l'urine pour en retirer l'ammoniaque étant très-dispendieuse, on devroit faire usage de la graduation par les fascines, & de la graduation au soleil pratiquée pour les salines. Il est surpris qu'on n'ait encore appliqué (a) ce moyen de concentration des liqueurs salées qu'aux salines.

X V I I.

M. Tuckert, apothicaire à Ingelfingen, s'étant proposé de rechercher l'influence que les gaz avoient sur la végétation, a arrosé des

(a) M. Brogniart a exécuté le procédé de la graduation sur l'urine pour en retirer le phosphate.

plantes avec de l'eau distillée , & d'autres des mêmes espèces avec de l'eau distillée & saturée d'acide carbonique.

La germination & la croissance de celles-ci ont été plus promptes & plus vigoureuses , les fleurs plus belles , les feuilles plus colorées. La terre arrosée d'eau acide carbonique conservoit plus long-tems son humidité. Il essaya aussi l'influence du gaz hydrogène : ce gaz ne fut point nuisible aux plantes arrosées avec l'eau distillée & saturée d'acide carbonique , tandis qu'il hâtoit la chute des feuilles de celles qui avoient été seulement arrosées avec de l'eau distillée.

X V I I I.

M. Tuckert vient aussi d'observer une naphte jaunâtre d'une saveur douce & d'une odeur d'alcool pur très-agréable , mais moins vive que celle de l'éther sulfurique ou nitrique. Cette huile s'étoit formée à la surface de six onces de teinture de tartrite de potasse antimoniée , préparée depuis deux ans ; il en a retiré 3 gros en se proposant de faire attention s'il s'en formera de nouveau , la teinture avoit été préparée avec une partie de sulfate d'antimoine & deux de tartrite de potasse.

X I X.

C'est principalement dans les pharmacies que l'on prépare en Allemagne les jus & les syrops de cerise, de citron, de coïn, de fraise, de groseille, de framboise & de mûre. M. Tuckert observe qu'ils y sont souvent mal conservés, & qu'ayant été faits sans soin, ils perdent leur couleur, leur parfum & leur goût.

Il donne les procédés suivans. Les jus de la plupart de ces fruits peuvent être mis en syrops avec du sucre, dès qu'ils sont exprimés; la proportion est de 16 onces de sucre sur 10 onces mesurées de jus.

Le jus de coïn acquiert une belle couleur, si après avoir pétri les coïns on les laisse quelques jours avant d'en exprimer le jus. Il faut que le jus de citron repose pendant quelques semaines, légèrement couvert, dans une cave, pour que les parties visqueuses s'en séparent; il devient par ce moyen parfaitement clair & se conserve très-bien. Pour le convertir en syrop, il faut le faire cuire avec la même proportion de sucre que les autres jus: il devient plus agréable, si par livre on y ajoute 4 gros d'acide tartareux.

Les jus de framboise, de fraise & de gro-

feuille doivent être exposés à la cave par le même motif, jusqu'à ce qu'ils aient pris une consistance de gelée légèrement fluide ; il faut même, après les avoir exprimés, les reporter de nouveau à la cave, sur-tout le jus de framboise, jusqu'à ce qu'il se forme une sorte d'écume à la surface ; c'est alors qu'on leur fait subir la cuisson. Il faut avoir soin de les passer au travers d'un linge à chaque opération.

Le jus des baies de l'épine-vinette ne devient très-bon que lorsqu'on a tenu le fruit sur le feu, en le remuant constamment jusqu'à ce que la chaleur l'ait entièrement pénétré. Si on veut le conserver en jus, il faut l'exposer huit à douze jours à la cave ; pour le convertir en syrop, deux à trois jours suffisent, & la proportion de sucre est de seize onces sur douze onces, mesure de jus.

N. B. Le fruit du *kreutzdorn* (*rhamn. catharct L. nerprum cathartique*) donne le syrop domestique, & en même tems le vert de vessie ; pour obtenir l'un & l'autre en même tems, il faut écraser le fruit dans un mortier, en passer le jus par un tamis de crin, l'exposer huit à dix jours dans la cave, le faire passer à travers un linge ; on peut alors le convertir en syrop, en observant la proportion prescrite pour le jus de l'épine-vinette ; on étend ce qui

reste dans le linge sur une toile avec 3 à 4 parties d'eau bouillante, on le filtre à travers un drap de laine, on évapore à un feu très-doux jusqu'à la consistance du miel, en remuant toujours avec une spatule, on y verse de la dissolution bien pure de potasse jusqu'à ce qu'on lui trouve la couleur verte agréable qu'on veut obtenir. Alors on le réduit par l'évaporation jusqu'à une épaisse consistance d'extrait, on le verse dans des vessies de bœuf fortes qu'on suspend près d'un poêle, afin de le faire sécher totalement, & la vessie ne doit avoir de l'air que par un tuyau de plume.

X X.

M. Hoffmann de Lér, en Ostfrie, ayant remarqué des cristaux qui s'étoient formés dans l'éther nitrique, les prit pour du sulfate de chaux. M. Tuthen examina celui qu'il conservoit depuis deux ans; il y vit aussi des cristaux; mais il se convainquit par des expériences très-simples que c'étoit des nitrates de potasse & de soude; il remarqua aussi quelques vestiges de sulfate de fer dont le métal provenoit peut-être du têt dont on s'étoit servi; il y avoit aussi un sel terreux qui fut facilement dissous dans l'eau distillée, & cristallisa en colonnes assez

ressemblantes au *glacies mariae* : mais M. Tuthen s'assura que ces cristaux étoient de l'acide oxalique. Les nitrates provenoient probablement de ce qu'on s'étoit servi de potasse mêlée de soude , pour enlever à l'éther son excès d'acide.

X X I.

L'amalgame des mines à froid dans des cuves réussit mieux à M. de Trebra que l'amalgame fait à chaud dans les chaudières, on y perd moins de mercure , & on retire une plus grande quantité d'argent ; il en excepte cependant les mines très-riches en plomb. M. de Trebra extrait par le dernier moyen presque tout l'argent contenu dans une mine qui tenoit 80 livres de plomb au quintal , & seulement 1 once d'argent.

En Tyrol on a retiré au moyen de l'amalgamation 127 marcs 5 onces 6 gros d'argent, de cuivre reflué qui en contenoit 127 marcs 7 onces 3 gros ; de manière que la perte n'étoit que d'une once 5 gros.

X X I I.

On a trouvé dans les montagnes Altaïques , sur les rives des ruisseaux de Konisch & de Korgon, des porphyres violets tirant sur le pourpre

pre à grains de feld-spath dont quelques-uns étoient jaunes , d'autres verts.

Le rivage du Kairkunen offre à nud du porphyre couleur d'ivoire , avec des grains de quartz rougeâtre & des ramifications de paille de feld-spath.

M. Hermann de Catharinenbourg , qui fait part à M. Crell de cette découverte , lui parle encore d'une mine de plomb verte en aiguilles déliées , réunies en faisceaux ou isolées ; on les a trouvées sur de la galène & sur une gangue tirée de la fosse n°. 12 , des mines d'or de ce département.

Il ajoute qu'aux environs du ruisseau de Polmoaja , à 60 werstes de Catharinenbourg , on trouve soit dans le granit , soit dans les marais , en fragmens isolés , des cristaux de roche qui renferment des aiguilles de schorl , capillaires , très-fines , vertes , jaunes & rougeâtres : on en fait des bagues.

X X I I I.

M. Deekerskamp de Cassel , cherchant à éviter les difficultés qu'on éprouve en préparant , suivant l'ancienne méthode , les muriates de mercure doux & corrosif , préféra le procédé de Schéele , avec cette différence , qu'il n'a

jouta du muriate de soude à la dissolution de mercure dans l'acide nitrique, que jusqu'à ce qu'il n'y eût plus de précipité blanc; & après qu'il eût séparé & édulcoré celui-ci, il précipita en brun par le tartrite de potasse le mercure qui étoit encore dissous. Ce précipité étant distillé avec de l'acide sulfurique & du muriate de soude, lui donna le plus beau sublimé corrosif. Ce procédé évite les difficultés qu'on éprouve lorsqu'on dissout le mercure dans l'acide sulfurique.

Il n'employa que 2 onces de muriate de soude pour 1 livre de mercure, & retira 5 onces 2 gros de muriate de mercure doux.

X X I V.

M. Lambert, qui s'est occupé de la pesanteur spécifique des sources salantes, a porté celle du muriate de soude à 2,148; tandis que d'autres ne la portent qu'à 2,039.

M. Langsdorf, inspecteur des salines, qui a cherché la cause de cette différence, a trouvé que M. Lambert avoit adopté la pesanteur spécifique que Muschenbroek avoit déterminée pour le sel gemme, que ses contradicteurs avoient pris celle du sel fondu ou privé de son eau de cristallisation; enfin, que le sel cristallisé de

moyenne qualité avoit la même pesanteur spécifique que celle que Muschenbroek avoit déterminée pour le sel de mer purifié , c'est-à-dire , 1,919 ; il en résulte que celle du sel fondu est proportionnelle entre celle du sel gemme & celle du sel pourvu de son eau de cristallisation.

X X V.

M. Hahnemann vient de prouver que le nitrate d'argent est de tous les anti-sceptiques le plus puissant. Dissous dans l'eau , dans la proportion de 1 : 500 , la viande n'y pourrit jamais. Si on la laisse pendant quinze jours dans une dissolution plus forte , on peut l'exposer à la chaleur ; elle sèche sans pourrir & se durcit au point que les vers ne peuvent l'attaquer. Une partie de nitrate d'argent , dissous dans cent mille d'eau de rivière , la conserve parfaitement , & à tous les degrés de chaleur , pourvu qu'on ne l'expose pas au soleil ; si on craignoit de la boire dans cet état , ce qui cependant ne sauroit nuire , il faut y faire dissoudre un peu de muriate de soude , qui en précipite une petite quantité de poudre noire , lorsqu'on l'exposera à la cheminée & sur-tout au soleil.

M. Hahnemann a employé cette dissolution dans la proportion de 1 : 1000 avec le plus grand succès , pour la guérison de vieilles plaies , & particulièrement de celles de la bouche , causées par l'usage du mercure ; en général il a trouvé étonnantes ses propriétés siccatives & fortifiantes.

X X V I.

Le climat , la culture & le terrain influent autant sur la quantité d'huile volatile qu'il est possible d'obtenir des plantes , que leur fraîcheur ou leur degré de sécheresse ; mais les différences qu'on remarque dans les données des chimistes à cet égard , dépendent encore d'autres circonstances. L'eau employée dans la distillation se charge d'une certaine quantité d'huile volatile , & tant qu'elle n'en est pas saturée , la quantité d'huile qu'on obtient n'est point toute celle que renferme la plante.

M. Bindheim de Moscou conseille donc de verser dans la cornue , à chaque nouvelle distillation de la même plante , l'eau qui a servi aux précédentes , & de ne déterminer la véritable quantité d'huile que peut fournir une plante , que lorsqu'après un certain nombre de distillations égales on observera que le produit en huile n'augmente plus ; alors on est certain

que l'eau est saturée d'huile, & qu'elle ne peut plus en absorber.

M. Bindheim a déterminé de cette manière les quantités d'huile essentielles qu'on obtient à Moscou des fleurs de camomille (*matricaria camomilla* Linn.), de la menthe frisée & de la menthe poivrée. Il a eu soin d'opérer sur des plantes qui venoient d'être coupées, de les arroser d'une quantité d'eau suffisante pour les ramollir parfaitement & pour en extraire toutes les parties solubles, d'enlever l'huile à chaque distillation avec du coton, & de verser dans la cornue l'eau du récipient pour une nouvelle distillation : je ne parle pas des autres précautions qu'il a prises pour rafraîchir le réfrigérant, &c.

970 livres 14 onces de fleur de camomille, lui ont donné 3 onces 7 gros 30 grains d'huile essentielle ; ce qui ne fait pas tout-à-fait 3 grains par livre.

540 livres de menthe frisée, partagées en neuf distillations, ont fourni 35 onces d'huile essentielle. A la septième distillation seulement, les 60 liv. qu'il employoit ont donné 5 onces 4 gros d'huile, sans plus augmenter ; ce qui revient à 44 grains par livre.

Ce n'est qu'à la dixième distillation que M. Bindheim a obtenu toute l'huile essentielle de

la menthe poivrée ; 840 liv. en ont fourni 29 onces 4 gros 30 grains : lorsque l'eau ne s'est plus chargée d'huile , 60 liv. lui ont donné 2 onces 2 gros d'huile ; ainsi , 1 liv. en fournit 18 grains.

M. Bindheim termine son mémoire en observant qu'on obtient encore une portion d'huile essentielle , qui n'est pas à négliger , en recommençant une distillation avec la totalité des résidus de la cornue & l'eau du récipient.

M. Tuckert , qui a travaillé lui-même à la préparation de l'oxide de mercure rouge dans une fabrique d'Amsterdam , a reconnu que le procédé des hollandois avoit plusieurs avantages sur celui des autres nations , & a cru utile de le leur faire connoître.

On verse avec précaution 36 livres d'acide nitrique préparé sans eau , avec 40 parties de sulfate de fer cristallisé , de Gossar ou d'Angleterre , & 20 parties de nitrate de potasse des Indes orientales , sur 25 livres de mercure pur , dans une phiole garnie d'un lut très-mince , composé d'argille blanche & de battiture de fer ; le col de la phiole est fort long , il a rarement au-delà de 3,4'' de diamètre à son ouverture supérieure ; on couvre le matras avec le chapeau ordinaire , & on y adapte un récipient luté avec de la pâte de gâteau de lin , au mi-

lieu de laquelle passe un tuyau de plume ; les fourneaux , qui sont très-profonds , sont chauffés à deux par un feu de tourbe. Lorsque la phiole a reçu un certain degré de chaleur , on renforce le feu , & on l'augmente encore dès que les gouttes passent lentement & avec peine ; alors les vapeurs rouges remplissent le vaisseau ; on soutient ce degré de chaleur pendant 20. à 25 heures sans interruption , ensuite on pousse de nouveau le feu jusqu'à ce que des fleurs qui s'attachent au ventre du matras & qui prennent successivement les couleurs grises , jaunâtres & orangées , soient devenues d'un rouge briqueté vif. Dès qu'elles sont parvenues à ce point , il faut observer qu'on en lève le récipient avec précaution , on diminue le feu , on bouche le fourneau , & on le laisse refroidir.

On fend le matras avec un fer rouge , & on en retire ordinairement 26 liv. d'oxide de mercure qui affecte une sorte de cristallisation , & 1 liv. de fleurs rouges.

Tout le secret des hollandois consiste ,

1°. Dans la quantité de mercure qu'ils oxident à la fois.

2°. Dans la profondeur des fourneaux.

3°. Dans le moment convenable , de terminer à propos l'oxidation.

4°. Dans l'enlèvement du récipient, avant la fin de l'oxidation.

5°. Dans la bonté de l'acide nitrique.

Les allemands employent très-peu de muriate de soude dans l'opération pour obtenir un précipité solide & brillant. M. Tuckert croit que dans le travail qu'il décrit, l'acide nitrique est décomposé en gaz oxide nitreux, & que le gaz nitreux n'est autre chose que l'acide nitrique privé en partie de son gaz oxigène.

La suite dans le prochain Volume.

Fin du troisième Volume.

T A B L E

D E S A R T I C L E S

CONTENUS DANS CE VOLUME.

EXPOSITION abrégée de la Théorie de la Structure des cristaux ; par M. l'abbé HAUY, page 1

Essai sur un Sel tiré du jus de cerise , traduit du suédois de M. HJELM , par le Traducteur des Mémoires de chimie de SCHÉELE , 29

Rapport fait à l'académie royale des sciences le 10 juin 1789 , par MM. BERTHOLLET & DE DIETRICH , 46

Extrait des Expériences par M. INGENHOUSZ , sur les Végétaux , spécialement sur la Propriété qu'ils possèdent à un haut degré , soit d'améliorer l'air quand ils sont au soleil , soit de le corrompre la nuit , ou lorsqu'ils sont à l'ombre ; auquel on a joint une Méthode nouvelle de juger du degré de salubrité de l'atmosphère ; par M. HASSENFRATZ , 55

314 TABLE DES ARTICLES.

- Considérations sur les Expériences de M. PRIESTLEY, relatives à la Composition de l'eau, & sur un Article du nouveau Dictionnaire de chimie de M. KEIR; par M. BERTHOLLET,* 63
- Extrait des Observations de MM. ADOLPH, MODEER & KLAPROTH, sur le Sulfure de Molybdène; par M. le Baron DE DIETRICH,* 115
- Observation sur un Changement singulier opéré dans un foie humain par la putréfaction; par M. DE FOURCROY,* 120
- Mémoires sur quelques Phénomènes de la Vision, par M. MONGE,* 131
- Observations générales sur le Calorique & ses différens effets, & Réflexions sur la Théorie de MM. BLACK, CRAWFORD, LAVOISIER & DE LAPLACE, sur la Chaleur animale & sur celle qui se dégage pendant la combustion; avec un Résumé de tout ce qui a été fait & écrit jusqu'à ce moment sur ce sujet; par M. SEGUIN,* 148
- Examen Chimique de la Substance feuilletée & cristallisée contenue dans les calculs biliaires, & de la Nature des Concrétions cystiques; par M. DE FOURCROY,* 242
- Mémoire sur l'Existence de la matière Albumi-*

TABLE DES ARTICLES. 315

neuse dans les végétaux ; par M. DE FOURCROY , 252

Observations de M. HASSENFRATZ , relatives à un Mémoire de M. BERLINGHIERI , 262

Extrait du troisième volume des nouvelles Expériences de M. INGEN-HOUSZ ; par M. HASSENFRATZ , 266

Suite des Extraits du second volume des Annales des CRELL ; par M. le Baron DE DIETRICH , 284

Fin de la Table.

EXTRAIT DES REGISTRES DE L'ACADÉMIE.

Du 4 Septembre 1789.

MESSIEURS VANDERMONDE & D'ARCET,
Commissaires nommés par l'Académie pour examiner
le troisième volume des *Annales de Chimie*, en ayant
rendu compte, l'Académie a jugé cet Ouvrage digne,
comme les deux premiers, d'être imprimé sous son
Privilège.

Je certifie le présent Extrait conforme au jugement
de l'Académie. A Paris, le 4 Septembre 1789.

Signé, le Marquis DE CONDORCET.

De l'Imprimerie de CHARDON, rue de la Harpe.





